

# EXTRUDER/GEAR PUMP COMBINATION FOR USE AS INJECTION UNIT IN INJECTION MOLDING MACHINES

**Publication number:** EP1409223

**Publication date:** 2004-04-21

**Inventor:** UPHUS REINHARD (DE); FISCHBACH GUNTHER (DE)

**Applicant:** BERSTORFF GMBH (DE)

**Classification:**

- **International:** **B29C45/46; B29C45/46;** (IPC1-7): B29C45/47

- **European:** B29C45/46

**Application number:** EP20020748573 20020603

**Priority number(s):** WO2002DE02078 20020603; DE20011036851 20010724

**Also published as:**



WO03011561 (A1)

EP1409223 (A0)

DE10136851 (A1)

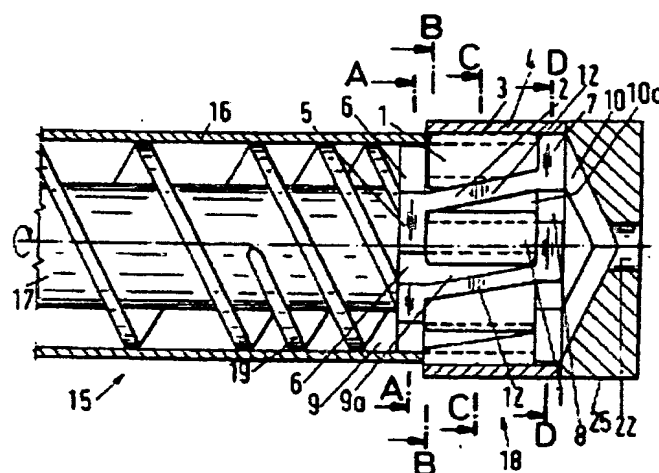
EP1409223 (B1)

Report a data error here

Abstract not available for EP1409223

Abstract of corresponding document: **DE10136851**

An extruder has a screw(17) and connects with a gear pump(18) in a housing(4). The pump comprises planetary wheels(1) on a carrier(2), a sun wheel and a hollow outer wheel(3). Inlet side (5) and outlet side(7) sealing walls are part of the planet wheel carrier and have polymer inlets(6) and outlets(8). Pump suction(9) and compression (10) chambers are sealed from each other. Either the sun wheel or hollow wheel has teeth and the other a smooth walled sealing area sliding over part of the periphery and length of a planet wheel. Dividing walls(12) separate suction chamber parts(9a) from compression chamber parts(10a). Preferred Features: The suction chamber precedes the inlet sealing wall and extends through inlets in suction chamber parts and along the planetary wheels to the outlet sealing wall which precedes the compression chamber. The sun or hollow wheel with the sealing area is fixed to the planet wheel carrier. Dividing walls are fixed to the component with the sealing area and extend radially to the tips of the teeth. The compression chamber(10) extends back through the outlets in the compression chamber parts and along the planet wheels to the inlet sealing wall. Two, preferably at least four, planet wheels are employed, each with dividing walls, inlets and outlets. All teeth are helical and dividing walls are also helical in the axial direction. The hollow wheel(3) and housing form a single unit. In a preferred design the hollow wheel has teeth and the sun wheel has the sealing area.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

**EP 1 409 223 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Patenterteilung:  
**10.08.2005 Patentblatt 2005/32**

(51) Int Cl.7: **B29C 45/47**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/DE2002/002078**

(21) Anmeldenummer: **02748573.9**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2003/011561 (13.02.2003 Gazette 2003/07)**

(22) Anmeldetag: **03.06.2002**

**(54) EXTRUDER-ZAHNRADPUMPEN-KOMBINATION ZUR VERWENDUNG ALS EINSPRITZEINHEIT  
IN SPRITZGUSSMASCHINEN**

EXTRUDER/GEAR PUMP COMBINATION FOR USE AS INJECTION UNIT IN INJECTION  
MOLDING MACHINES

COMBINAISON EXTRUDEUSE/POMPES A ENGRENAGES FORMANT UNE UNITE D'INJECTION  
DANS DES MACHINES A MOULER PAR INJECTION

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL LT LV MK RO SI**

• **FISCHBACH, Gunther**  
**82256 Fürstenfeldbruck (DE)**

(30) Priorität: **24.07.2001 DE 10136851**

(74) Vertreter: **Meissner, Peter E., Dipl.-Ing.**  
**Meissner & Meissner,**  
**Patentanwaltsbüro,**  
**Hohenzollerndamm 89**  
**14199 Berlin (DE)**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**21.04.2004 Patentblatt 2004/17**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A- 0 216 255 DE-A- 1 729 177**  
**DE-A- 2 906 324 DE-A- 10 049 730**  
**DE-B- 1 003 948 DE-B- 1 215 913**  
**US-A- 1 073 048 US-A- 3 310 837**

(73) Patentinhaber: **Berstorff GmbH**  
**30625 Hannover (DE)**

(72) Erfinder:  
• **UPHUS, Reinhard**  
**30419 Hannover (DE)**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

**EP 1 409 223 B1**

## Beschreibung

[0001] Spritzgussmaschinen zur Verarbeitung von Thermoplasten bzw. Kautschukmischungen haben die Aufgabe Material einzuziehen, aufzuschmelzen (Thermoplaste) bzw. zu plastifizieren (Kautschukmischungen) und unter Druck in die Form zu pressen. Häufig wird hierzu eine Kombination aus Einschneckenextruder mit einem hydraulisch betätigten Druckaufbauorgan wie z.B. einer Kolbenpumpe angewandt. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, dass der Extruder das zu verarbeitende Material in einen Zylindervorraum fördert, die Extruderschnecke sich dabei zurückbewegt und anschließend über eine Hydraulik in Förderrichtung gedrückt wird. Hierbei wird dann das Material aus dem Zylindervorraum durch die Extruderschnecke in die Form gepresst.

Nachteil dieser Lösungen ist es, dass eine Hydraulik zum Aufbau des Spritzdruckes benötigt wird, welche den Preis für die Anlage hoch werden lässt.

Bei der Verarbeitung von Kunststoffschmelzen oder Kautschukmischungen sind bisher Zahnradpumpen gebräuchlich, die im Sinne eines Stirnradgetriebes arbeiten und meistens an einen Schneckenextruder angeschlossen sind. Im Regelfall weist die Zahnradpumpe dabei einen von dem Antrieb der Extruderwelle oder -wellen separaten Antrieb auf. Ein solcher Extruder ist beispielsweise aus der EP 0 508 080 A2 bekannt. Dabei fördert eine Extruderschnecke das zu extrudierende Material unmittelbar in den Zwickelbereich der Zahnradpumpe, die zwei miteinander kämmende Stirnräder aufweist. Diese Art der Zahnradpumpe ist nicht selbstreinigend und erfordert daher meistens beim Wechseln des jeweils zu verarbeitenden Materials aufwendige Demontage- und Reinigungsarbeiten, um keine Qualitätseinbußen nach einem Materialwechsel hinnehmen zu müssen.

[0002] Aus der EP 0 564 884 A1 ist ein Doppelschneckenextruder bekannt, dessen Schneckenwellen in einem Abschnitt zur Druckerhöhung der zu verarbeitenden Schmelze jeweils mit einem der beiden Stirnräder einer Zahnradpumpe bestückt sind, so dass ein direkter Antrieb der Zahnräder durch die Schneckenwellen erfolgt. Durch zwei stirnseitige, d.h. senkrecht zur Längsachse der Schneckenwellen verlaufende Abdichtwände, die mit einem Durchtrittsfenster für die Schmelze zur Eintrittsseite bzw. zur Austrittsseite versehen sind, werden Ansaugraum und Druckraum voneinander getrennt. Auch diese Zahnradpumpe ist nicht selbstreinigend. Ihr Fördervolumen kann nicht unabhängig von der Drehzahl der Schneckenwellen verändert werden.

[0003] Schließlich ist aus der EP 0 642 913 A1 ein Einschneckenextruder bekannt, der vor seinem letzten Schneckenabschnitt eine Zahnradpumpe in der Bauart eines Stirnradgetriebes aufweist. Eines der beiden Stirnräder der Zahnradpumpe ist unmittelbar auf der Schneckenwelle des Schneckenextruders befestigt und wird durch diese angetrieben. Das Extrudergehäuse

weist eine seitliche Ausbuchtung auf, in der das zweite Stirnrad der Zahnradpumpe gelagert ist. An den Flachseiten der Stirnräder liegt jeweils eine Dichtwand an, die formschlüssig im Gehäuse des Extruders gelagert ist. Die Abdichtwände oder das Extrudergehäuse sind jeweils mit einem saugseitigen bzw. druckseitigen Durchtrittsfenster für das zu extrudierende Material versehen. Auch bei diesem bekannten Extruder ist keine Selbstreinigung gewährleistet.

[0004] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, den zum Spritzen nötigen Druck über die rotatorische Bewegung der Schnecke aufzubauen. Hierzu wird eine Zahnradpumpe in Kombination mit einer Extruderschnecke verwandt. Der Antrieb der Zahnradpumpe erfolgt über die Extruderschnecke selbst.

[0005] Gelöst wird diese Aufgabe mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1. Vorteilhafte Weiterbildungen ergeben sich aus den abhängigen Unteransprüchen.

[0006] Die vorliegende Erfindung stellt eine Zahnradpumpe zur Verfügung, die im Prinzip entsprechend einem Planetengetriebe aufgebaut ist und in besonderer Weise zur Förderung hochviskoser Medien wie Kunststoffschmelzen und Kautschukmischungen geeignet ist und den Vorteil einer weitgehenden Selbstreinigung besitzt, da die Einspeisung des zu fördernden Mediums ohne nennenswerten Vordruck erfolgen kann. Die Erfindung geht aus von einer Planetenradpumpe, die einen Planetenträger aufweist, der mit mindestens einem drehbar in dem Planetenträger gelagerten Planetenrad bestückt ist. Ferner weist diese Planetenradpumpe zwei weitere Funktionselemente auf, die mit dem mindestens einen Planetenrad im Sinne eines Sonnenrads bzw. eines Hohlrads zusammenwirken. Darüber hinaus sind ein Pumpengehäuse, das den Planetenträger mit den Planetenrädern und den beiden vorgenannten Funktionselementen von außen umgibt, sowie eine Eingangs- und eine Ausgangsdichtwand vorgesehen. Die Eingangs- und Ausgangsdichtwand ist mit dem Planetenträger drehfest verbunden und weist mindestens eine Eintrittsöffnung für das zu fördernde Medium auf. In entsprechender Weise ist die Ausgangsdichtwand mit dem Planetenträger drehfest verbunden und mit mindestens einer Austrittsöffnung für das zu fördernde Medium versehen. Außerdem weist diese Zahnradpumpe einen Saugraum und einen Druckraum auf, die von dem Pumpengehäuse umschlossen und gegeneinander abgedichtet sind, wobei der Saugraum in Förderrichtung vor der Eingangs- und Ausgangsdichtwand angeordnet ist und sich durch die mindestens eine Eintrittsöffnung hindurch in mindestens ein Saugraumelement entlang des mindestens einen Planetenrads bis zu der Ausgangsdichtwand hin erstreckt und wobei der Druckraum in Förderrichtung hinter der Ausgangsdichtwand angeordnet ist. Erfindungsgemäß ist bei einer derartigen Zahnradpumpe vorgesehen, dass jeweils nur eines der beiden als Sonnenrad oder als Hohlrad wirkenden Funktionselemente eine mit dem mindestens einen Planetenrad kämmende Verzahnung aufweist, wohingegen das andere Funktionselement

mindestens einen Dichtbereich besitzt, der glattwandig und so ausgeführt ist, dass er über einen Teil des Umfangs und über die Länge des mindestens einen Planetenrads gleitbar dichtend an diesem anliegt. Weiterhin sieht die Erfindung vor, dass das Funktionselement, welches den mindestens einen Dichtbereich aufweist, drehfest mit dem Planetenträger verbunden ist, also dieselben Bewegungen ausführt. Um eine abgedichtete Trennung des mindestens einen Saugraumelements von dem mindestens einen Druckraumelement zu gewährleisten, sieht die Erfindung als weiteres wesentliches Merkmal vor, dass in Umfangsrichtung versetzt zu dem mindestens einen Planetenrad mindestens eine sich von der Eingangs dichtwand bis zur Ausgangs dichtwand erstreckende Trennwand angeordnet ist, die mit dem Funktionselement, welches den mindestens einen glattwandigen Dichtbereich aufweist, drehfest und dichtend verbunden ist und sich in radialer Richtung bis zum Kopfkreis der Verzahnung des die Verzahnung aufweisenden Funktionselements erstreckt.

[0007] In einer zweckmäßigen Ausführungsform ist vorgesehen, dass sich der Druckraum durch die mindestens eine Austrittsöffnung hindurch in mindestens ein Druckraumelement entlang des mindestens einen Planetenrads bis zu der Eingangs dichtwand hin erstreckt. Das bedeutet, dass das Druckraumelement und das Saugraumelement sich jeweils bezüglich des Planetenrads gegenüber liegen.

[0008] In einer anderen Ausführungsform ist vorgesehen, dass das Volumen des jeweiligen Druckraumelements minimiert und vorzugsweise zu Null wird. Das bedeutet, dass die Trennwand jeweils über die gesamte axiale Länge des jeweiligen Planetenrads großflächig über den Umfang des Planetenrads an dessen Verzahnung dichtend anliegt. Bei dieser Ausführung ist eine besonders effektive Selbstreinigung der Zahnrادpumpe gewährleistet.

[0009] Das Funktionselement, welches in entsprechender Weise wie das mindestens eine Planetenrad verzahnt ist und mit diesem kämmt, ist vorzugsweise das Hohlrad. Da dieses feststehend angeordnet werden kann, ist es zweckmäßigerweise einstückig mit dem Pumpengehäuse ausgeführt oder zumindest drehfest in dem das Hohlrad umgebenden Pumpengehäuse gelagert. In diesem Fall läuft der Planetenträger mit dem dem Sonnenrad entsprechenden Funktionsteil um und ist vorzugsweise einstückig mit diesem ausgeführt. Ein verzahntes Sonnenrad, wie bei einem üblichen Planetenradgetriebe, gibt es hierbei also nicht. Das mindestens eine Planetenrad kämmt dabei also nicht mit einer Verzahnung eines solchen Sonnenrads, sondern bewegt sich gleitbar abgedichtet im mindestens einen Dichtungsbereich des sonst als Sonnenrad fungierenden Funktionsteils.

[0010] Selbstverständlich ist es möglich, auch eine umgekehrte Anordnung zu wählen, bei der ein verzahntes Sonnenrad benutzt wird, während das als Hohlrad fungierende Funktionsteil keine Verzahnung aufweist,

sondern mit dem mindestens einen Dichtbereich versehen ist. In diesem Fall kann das "Hohlrad" wie der Planetenträger stillstehen. Wegen der einfacheren Konstruktion wird aber die vorgenannte Lösung mit verzahntem Hohlrad und mit unverzahntem "Sonnenrad" bevorzugt.

[0011] Zweckmäßigerweise werden mehrere Planetenräder, Trennwände, Eintritts- und Austrittsöffnungen vorgesehen, also jeweils mindestens zwei, vorzugsweise jeweils mindestens vier. Die Verzahnung der Planetenräder und des damit kämmenden Funktionsteils (vorzugsweise also das Hohlrad) kann geradzahnt sein, wird aber vorzugsweise schräg verzahnt ausgeführt. Dies ermöglicht eine besonders gleichmäßige Förderung der erfindungsgemäßen Planetenradpumpe.

[0012] Die Planetenräder und das damit kämmende Funktionsteil können auch pfeilverzahnt ausgeführt sein. In diesem Fall wird aber die Demontage erschwert. Durch eine geteilte Ausführung z.B. des Hohlrads lässt sich aber selbst unter diesen erschwerten Bedingungen noch eine Demontage bewerkstelligen.

[0013] In einer weiteren zweckmäßigen Ausführungsform sieht die Erfindung vor, dass die Trennwände in axialer Richtung in entsprechender Weise, wie die Schrägverzahnung wendelförmig verlaufen. Dabei empfiehlt es sich, die Trennwände einstückig mit dem den mindestens einen Dichtbereich aufweisenden Funktionselement, also vorzugsweise mit dem "Sonnenrad" einstückig auszubilden. Auch der Planetenträger wird in diesem Fall zweckmäßigerweise einstückig mit dem "Sonnenrad" ausgebildet.

[0014] Die Planetenräder werden zweckmäßig in der Eingangs dichtwand und der Ausgangs dichtwand gelagert, so dass diese Teil des Planetenträgers sind. Selbstverständlich ist auch eine separate Ausbildung dieser Bauteile möglich. Damit die Planetenräder leicht montiert und demontiert werden können, ist es vorteilhaft, lediglich eine der beiden Dichtwände, vorzugsweise die Eingangs dichtwand, einstückig mit dem Planetenträger auszubilden und die andere Dichtwand als separates Bauteil zu belassen.

[0015] Um die erfindungsgemäße Zahnrادpumpe leicht in einem Gehäuse eines Schneckenextruders unterbringen zu können und eine einfache Demontierbarkeit zu gewährleisten, empfiehlt es sich, den Außendurchmesser der Eingangs dichtwand ungleich, d.h. vorzugsweise kleiner zu gestalten als den Außendurchmesser der Ausgangs dichtwand. Dadurch lässt sich die Zahnrادpumpe, die meistens am Förderende eines Schneckenextruders mit diesem verbunden wird, leicht vom Kopfende des Extruders her aus dem Gehäuse herausziehen.

[0016] Um eine Veränderung des Fördervolumens der Zahnrادpumpe während des Betriebs zu ermöglichen, sieht eine weitere bevorzugte Ausführungsform der Erfindung vor, den Planetenträger zusammen mit dem dem Sonnenrad entsprechenden Funktionsteil und der Eingangs- und der Ausgangs dichtwand innerhalb

des Pumpengehäuses axial gegenüber dem verzahnten Hohlrad um einen Verschiebeweg  $w$  verschieblich anzuordnen. Dadurch kann die Länge des Zahneingriffs zwischen dem Hohlrad und den Planetenrädern und damit das Verdrängungsvolumen der Zähne variiert werden.

**[0017]** Damit keine unerwünschten Undichtigkeiten zwischen dem Saugraum und dem Druckraum entstehen, empfiehlt es sich, die abgedichtet im Pumpengehäuse gleitbar gelagerte Eingangsdichtwand, die sich beim Verschieben in den Verzahnungsbereich des Hohlrads hinein bewegt, in ihrer axialen Dicke  $d$  (d.h. in Verschieberichtung gesehen) größer zu wählen als den maximalen Verschiebeweg  $w$ . Dadurch bleibt die Dichtung zwischen dem Pumpengehäuse und der Eingangsdichtwand unverändert erhalten. Es kann aber auch vorgesehen werden, eine bewusste Undichtigkeit zwischen Druckraum und Saugraum durch eine geringfügige Verschiebung einzustellen, um die Förderleistung der Pumpe zu drosseln.

**[0018]** Die Drosselung der Förderleistung während des Betriebs ist im Unterschied zu bekannten Planetenradpumpen ohne einen ständig erforderlichen zweiten Antriebs für eines der Funktionselemente (Hohlrad oder Sonnenrad) möglich, da lediglich für die kurze Zeit der axialen Verstellung der Zahnradpumpe ein Antrieb mit einem soweit äußerst geringfügigen Energieverbrauch benötigt wird. Durch die Verstellbarkeit der Förderleistung der Zahnradpumpe wird eine Anpassung an die Verarbeitung unterschiedlicher Materialien möglich.

**[0019]** In fertigungstechnischer Hinsicht kann es empfehlenswert sein, die Planetenräder und/oder das damit kämmende Hohlrad bzw. Sonnenrad im oberflächennahen Bereich der Verzahnung weichelastisch auszuführen. In diesem Fall können gegenüber der exakten Verzahnung fertigungstechnisch relativ grob tolerierte metallische Zahnradgrundkörper gefertigt werden, die kleinere Abmessungen als die Sollabmessungen der fertigen Verzahnung aufweisen und anschließend mit einer elastischen Umhüllung, insbesondere einer Umhüllung aus Gummi oder einem thermoplastischen Elastomer versehen werden. Da diese Umhüllung ausgezeichnete Elastizitätseigenschaften aufweist, sind auch die Anforderungen an die in dieser Weise fertiggestellte Verzahnung geringer als bei einer rein metallischen Verzahnung. Übermaße können durch Verformung gleichsam kompensiert werden. Durch eine Gummiummantelung mit leichtem Übermaß können die Zahnhohlräume des Hohlrads vollständig ausgereinigt werden.

**[0020]** In einer weiteren Variante sieht die Erfindung vor, die Verzahnung des Hohlrads oder der Planetenräder alternierend oder abschnittsweise mit Zähnen unterschiedlicher Höhe auszuführen, also beispielsweise ein Planetenrad einzusetzen, bei dem die Hälfte der Zähne eine normale Größe und die andere Hälfte der Zähne eine verringerte Größe aufweist, wobei sich die beiden Zahngrößen über den Umfang ständig abwechseln.

Wenn die Pumpe mehrere Planetenräder aufweist, können auch unterschiedliche Planetenräder verwendet werden, d.h. Planetenräder mit normaler Zahnhöhe und andere Planetenräder mit verringerter Zahnhöhe. Der damit bewirkbare Effekt ist darin zu sehen, dass durch teilweise verringerte Zahnhöhe eine Kompaktierung des Materials erfolgen kann, welches in den Zahn-  
5 lücken des mit dem jeweiligen Zahnrad zusammenwirkenden Gegenrades enthalten ist. Das kompaktierte Material würde dann erst beim Zusammentreffen mit einem vollausgebildeten Zahn aus der Zahn-  
10 lücke ausgedrückt und gefördert werden.

**[0021]** Bei einem Planetenrad mit durchgehend verringerter Zahnhöhe wird also das in den Zahn-  
15 lücken des Hohlrads befindliche Material zunächst komprimiert und erst durch ein nachfolgendes Planetenrad, dessen Zähne voll ausgebildet sind, unter Dehn- und Scherströmungen aus der Zahn-  
20 lücke jeweils herausgedrückt. Bei einer Zahnradpumpe mit vier Planetenrädern werden jeweils zwei gegenüberliegende mit einer reduzierten Zahnhöhe und die beiden anderen sich gegenüberliegenden Planetenräder mit normaler Zahnhöhe ausgebildet. Die in der Zahnradpumpe vorliegenden Zwangs-  
25 strömungen begünstigen ein kontinuierliches Homogenisieren und Mischen (z.B. Füllstoffe) des zu verarbeitenden Materials.

**[0022]** Die Zahngeometrie der Verzahnung von Planetenrädern und Hohlrad ist im Grundsatz beliebig. Es muss lediglich sichergestellt sein, dass die Zähne des  
30 einen Zahnrads in die Zahn-  
lücke des jeweils anderen Zahnrads so eingreifen, dass ein abdichtender Gleitkontakt mit den beiden die jeweilige Zahn-  
lücke des anderen Zahnrads begrenzenden Zähnen besteht.

**[0023]** Erfindungsgemäß werden eine oder mehrere  
35 Zahnradpumpen in der Bauart eines Planetengetriebes, insbesondere Zahnradpumpen nach einem der Patentansprüche 1 bis 17, in einem Schneckenextruder zur Förderung fließfähiger Medien wie insbesondere Kunststoffschmelzen und Kautschukmischungen verwendet, wobei der Schneckenextruder eine oder auch mehrere  
40 Schneckenwellen aufweisen kann und die Schneckenwelle bzw. -wellen jeweils mechanisch mit dem Antrieb der Zahnradpumpe gekoppelt sind, so dass es keines separaten Pumpenantriebs bedarf. Somit ist auch keine  
45 eigene Steuerung für den Antrieb der Zahnradpumpe erforderlich.

**[0024]** Üblicherweise wird das Pumpengehäuse unmittelbar an das Gehäuse des Schneckenextruders angeschlossen bzw. ist vorzugsweise Bestandteil des Extruder-  
50 gehäuses.

**[0025]** Mit besonderem Vorteil wird die Gangzahl der Schneckenwelle bzw. -wellen am Förderende jeweils gleich der Zahl der Planetenräder der daran angeschlossenen Zahnradpumpe gewählt. Die Gangzahl  
55 muss aber keineswegs über die gesamte Schneckenlänge konstant sein. Eine vorzugsweise Verwendung der erfindungsgemäßen Zahnradpumpen sieht vor, die Gangzahl der Schneckenwellen in dem vor dem Förder-

rende liegenden Abschnitt der Schneckenwellen jeweils halb so groß wie am Förderende zu wählen.

[0026] Bei Einsatz einer Planetenradpumpe mit Schrägverzahnung ist es vorteilhaft, die Neigung der Wendelung der Gänge der Schneckenwellen bezogen auf die Förderrichtung des Schneckenextruders jeweils in entgegengesetzter Richtung vorzusehen wie die Neigung der Verzahnung.

[0027] Um die Förderleistung des Schneckenextruders mit der Planetenradpumpe ohne Änderung der Antriebsdrehzahl beeinflussen zu können, empfiehlt es sich, die Schneckenwelle jeweils zusammen mit dem Planetenträger sowie dem Sonnenrad und der Eingangs- und Ausgangsdichtwand axial verschieblich anzuordnen. Durch axiales Verschieben der Schneckenwelle, die mit dem Planetenträger mechanisch drehfest gekoppelt ist, kann so die Förderleistung der Zahnradpumpe beeinflusst werden, da in der zuvor beschriebenen Weise das Verdrängungsvolumen und/oder die gewollte Leckage zwischen Saugraum und Druckraum gesteuert werden.

[0028] Ein wesentlicher Vorteil bei einer Kombination eines Schneckenextruders mit der erfindungsgemäßen Zahnradpumpe ist darin zu sehen, dass wegen der guten Druckaufbaueigenschaften bei gleichzeitiger Nichtnotwendigkeit eines nennenswerten Förderdrucks zur Einspeisung in die Zahnradpumpe die Extruderschnecke vor der Zahnradpumpe sehr kurz ausgeführt werden kann. Vorzugsweise beträgt die Länge der Extruderschnecke den zwei- bis fünffachen Wert des Schneckendurchmessers.

[0029] Eine besonders vorteilhafte Verwendung der Planetenradpumpe ergibt sich in einem Schneckenextruder insbesondere zur Verarbeitung von Kautschukmischungen, wenn hinter der Zahnradpumpe ein Stiftzylinderextruderbereich, wie er beispielsweise aus der DE 40 39 942 A1, deren Offenbarungsgehalt insoweit in die vorliegende Anmeldung einbezogen wird, bekannt ist. Die Planetenradpumpe kann dabei den für den Stiftzylinderextruderbereich vorteilhaften hohen Vor-  
druck leicht aufbauen.

[0030] In einer weiteren vorteilhaften Verwendung ist vorgesehen, dass hinter einem solchen Stiftzylinderextruderbereich noch ein Vakuummentgasungsbereich angeschlossen wird, dem am Ende des Extruders noch eine zweite Planetenradpumpe folgt, um den erforderlichen Extrusionsdruck am Extruderausgang zu liefern.

[0031] Nachfolgend wird die Erfindung anhand der in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert. Die Figuren zeigen in schematischer Darstellung:

Fig. 1 Einen Längsschnitt durch einen Einschneckenextruder mit Planetenradpumpe,

Fig. 2 den Längsschnitt gemäß Fig. 1 in Form einer Abwicklung,

Fig. 3a -d Querschnitte gemäß den Linie A-A, B-B, C-C und D-D in Fig. 1,

Fig. 4 eine Abwandlung des Schneckenextruders gemäß Fig. 1 durch axiale Verschieblichkeit der Schneckenwelle,

Fig. 5 einen Schneckenextruder mit Planetenradpumpe und daran angeschlossenen Stiftzylinderextruderbereich,

Fig. 6 einen Schneckenextruder mit zwei hintereinandergeschalteten Planetenradpumpen, Stiftzylinderextruderbereich und Vakuummentgasungsbereich,

Fig. 7 ein Schnittbild eines Planetenrads mit weichelastischer Umhüllung und

Fig. 8 ein Planetenrad mit alternierend unterschiedlich hohen Zähnen.

[0032] In den Figuren 1 bis 3d ist ein Schneckenextruder 15 in einem axialen Längsschnitt, mehreren Querschnitten und einer schematischen Abwicklung (Fig. 2) dargestellt. Der Schneckenextruder 15 besitzt eine Schneckenwelle 17, die in Förderrichtung gesehen zunächst 2-gängig ausgeführt ist und am Förderende 19 die doppelte Gangzahl aufweist, also 4-gängig ist. Die Schneckenwelle 17 ist von einem Extrudergehäuse 16 umgeben. In unmittelbarem Anschluss an das Förderende 19 ist eine Planetenradpumpe 18 vorgesehen, die ein im wesentlichen zylindrisches Pumpengehäuse 4 aufweist, innerhalb dessen ein Planetenträger 2 mit vier drehbar darin gelagerten Planetenrädern 1 angeordnet ist. Im Bereich der Wand des Pumpengehäuses 4 ist auf der Innenseite ein verzahntes Hohlrad 3 vorgesehen, das in bevorzugter Ausführungsform der Erfindung einstückig mit diesem Teil des Pumpengehäuses 4 ausgeführt ist. Auf der linken Seite der Planetenräder 1 befindet sich eine Eingangsdichtwand 5, die abgedichtet und drehbar im Extrudergehäuse 16 gelagert ist. Diese Eingangsdichtwand 5 ist entsprechend der Anzahl der Planetenräder 1 mit vier Eintrittsöffnungen 6 versehen (Fig. 3a). Auf der rechten Seite der Planetenräder 1 ist eine Ausgangsdichtwand 7 angeordnet, die in entsprechender Weise mit vier Austrittsöffnungen 8 versehen ist (Fig. 3d). Auch die Ausgangsdichtwand 7 ist drehbar gelagert, und zwar im Pumpengehäuse 4. Links von der Eingangsdichtwand 5, also am Ende des 4-gängigen Teils der Schneckenwelle 17 befindet sich der Saugraum 9 der Zahnradpumpe 18, während sich ihr Druckraum 10 auf der rechten Seite der Ausgangsdichtwand 7 befindet. Der Saugraum 9 erstreckt sich durch die Eintrittsöffnungen 6 in Form von Saugraumelementen 9a entlang jeweils eines Planetenrads 1 bis zur Ausgangsdichtwand 7. In entsprechender Weise erstreckt sich jeweils auf der diametral gegenüberliegen-

den Seite eines Planetenrads 1 der Druckraum 10 in Form jeweils eines Druckraumelements 10a durch die Austrittsöffnungen 6 hindurch bis zur Eingangsdichtwand 5 (Fig. 1, 3b, 3c). Der Planetenträger 2, zu dem funktionell auch die Eingangsdichtwand 5 und die Ausgangsdichtwand 7 gehören, da diese die Lagerung der Planetenräder 1 aufnehmen, ist mit insgesamt vier Trennwänden 12 versehen, die sich im wesentlichen radial von einem mittigen Grundkörper aus zwischen den Planetenrädern 1 bis zur Verzahnung des Hohlrads 3 erstrecken. Aus Fig. 3b, c ist ersichtlich, dass die Planetenräder 1 jeweils in einem glattzylindrisch geformten Dichtbereich 11 gleitbar dichtend an den jeweils zugeordneten Trennwänden 12 bzw. dem mittigen Grundkörper des Planetenträgers 2 anliegen. Die Dichtwände 12 sind einstückig mit dem Planetenträger 2 ausgeführt. Die Planetenräder 1 befinden sich im Eingriff mit der Verzahnung des Hohlrads 3, so dass auch dort ein abgedichtetes Anlegen gegeben ist. Im Querschnitt gesehen sind somit die Saugraumelemente 9a jeweils durch eine Trennwand 12, den mittigen Grundkörper des Planetenträgers 2, ein zugeordnetes Planetenrad 1, welches dichtend an dem mittleren Grundkörper und in der Verzahnung des Hohlrads 3 anliegt, und durch einen Teil des Hohlrads 3 abgeschlossen. Entsprechendes gilt für die bezüglich der Achse der Planetenräder 1 diametral jeweils gegenüberliegenden Druckraumelemente 10a, die in der dargestellten Schnittposition der Fig. 3b in der Nähe der Eingangsdichtwand 5 nur einen sehr kleinen Querschnitt aufweisen. Die umgekehrten Größenverhältnisse ergeben sich bei einem entsprechenden Schnitt in der Nähe der Ausgangsdichtwand 7. Dort hätten die Saugraumelemente 9a die Größe der Druckraumelemente 10a in Fig. 3b. Entsprechend würde der Querschnitt des Druckraumelements 10a jeweils die Größe des Saugraumelements 9a in Fig. 3b aufweisen. Das bedeutet also, dass sich die Saugraumelemente 9a im Querschnitt von der Eintrittsöffnung 6 hin bis zur Ausgangsdichtwand 7 kontinuierlich verringern, während sich die gegenüberliegenden Druckraumelemente 10a von der Eingangsdichtwand 5 bis zu den Austrittsöffnungen 8 in der Ausgangsdichtwand 7 kontinuierlich im Querschnitt vergrößern. In der Mitte zwischen der Eingangsdichtwand 5 und der Ausgangsdichtwand 7 sind die Saugraumelemente 9a, wie Fig. 3c zeigt, im Querschnitt etwa gleich groß wie die Druckraumelemente 10a.

**[0033]** Das Volumen der Druckraumelemente 10a könnte bei Bedarf zur Steigerung der Selbstreinigungsfähigkeit der Planetenradpumpe 18 auch bis auf Null reduziert werden, so dass dann die Trennwände 12 jeweils unmittelbar auf der Verzahnung der jeweiligen Planetenräder 1 an der den Saugraumelementen 9a gegenüber liegenden Seite dichtend aufliegen würden und das zu fördernde Material unmittelbar aus den Zahnluken der Verzahnungen der Planetenräder 1 und des Hohlrads 3 durch die Austrittsöffnungen 8 in den Druckraum 10 gelangen würde.

**[0034]** Während der mittlere Grundkörper des Planetenträgers 2, der in einem üblichen Planetenradgetriebe dem Sonnenrad entspricht, keinerlei Verzahnung aufweist, ist das Hohlrad 3 ebenso wie die Planetenräder 1 vorteilhaft mit einer Schrägverzahnung ausgestattet. Ebenfalls in bevorzugter Weiterbildung der Erfindung sind die Trennwände 12 wendelförmig, d.h. bezüglich der Längsachse des Schneckenextruders 15 schräg angeordnet, wobei die Neigung dieser Schräge in die umgekehrte Richtung weist wie die Neigung der Gänge der Schneckenwelle 17 (Fig. 1). Der Austritt aus dem dargestellten Extruder ist mit dem Bezugszeichen 22 bezeichnet.

**[0035]** Man erkennt aus dem Schnittbild der Fig. 1, dass das Pumpengehäuse 4 einen vergrößerten Durchmesser gegenüber dem Extrudergehäuse 16 aufweist. Das Extrudergehäuse 16 besitzt einen Innendurchmesser, der geringfügig kleiner ist als der Durchmesser des Kopfkreises der Verzahnung des Hohlrads 3, so dass die rechte Stimmwand des Extrudergehäuses 16 in der Nähe der eingezeichneten Schnittlinie B-B die Querschnittsflächen der Zahnluken der Verzahnung des Hohlrads 3 vollständig abdeckt. Entsprechendes gilt für die Zahnluken der Planetenräder 1, soweit diese sich im Bereich des Eingriffs mit der Verzahnung des Hohlrads 3 befinden. Im übrigen werden die Planetenräder 1 und der gesamte Zwischenraum bis auf die notwendigen Eintrittsöffnungen 6 von der Eingangsdichtwand 5 vollständig verschlossen (Fig. 3a). Entsprechendes gilt auf der anderen Seite der Planetenräder 1 in Bezug auf die Ausgangsdichtwand 7 und die Austrittsöffnungen 8 (Fig. 3d). Die Ausgangsdichtwand 7 weist einen Außendurchmesser auf, der dem Innendurchmesser des Pumpengehäuses 4 entspricht, so dass die Zahnluken der Verzahnung des Hohlrads 3 an der rechten Stimmseite der Verzahnung vollständig durch die Ausgangsdichtwand 7 abgedichtet werden. Da der Außendurchmesser der Eingangsdichtwand 5 bewusst gewählt kleiner ist als der Kopfkreisdurchmesser der Verzahnung des Hohlrads 3 kann zum Zwecke der Demontage nach Entfernung eines Kopfstücks 25 die gesamte Einheit des Planetenträgers 2 mit den Planetenrädern 1 und den beiden Dichtwänden 5, 7 problemlos nach rechts aus dem Pumpengehäuse 4 herausgezogen werden.

**[0036]** Die Arbeitsweise des dargestellten Schneckenextruders ist wie folgt: Das zu verarbeitende Medium, beispielsweise die Schmelze eines thermoplastischen Kunststoffes, wird durch die Schneckenwelle 17 von links nach rechts in Richtung der Zahnradpumpe 18 gefördert. Aus den zunächst zwei Teilströmen, die sich entlang der 2-gängigen Schneckenwelle bewegen, werden am Förderende 19 durch die beiden zusätzlichen Schneckengänge vier Teilströme erzeugt. Die Schneckengänge enden jeweils, wie besonders deutlich aus der Abwicklung der Fig. 2 hervorgeht, an einer Eintrittsöffnung 6, münden also in ein Saugraumelement 9a. Da die Schneckenwelle 17 mechanisch mit dem Planeten-

träger 2 gekoppelt ist, führt dieser zusammen mit den ebenfalls daran angekoppelten Dichtwänden 5, 7 die gleichen Drehbewegungen aus. Die Schmelze gelangt, ohne dass es hierzu eines wesentlichen Vordrucks bedarf, durch die vergleichsweise großen Eintrittsöffnungen 6 in die einzelnen Sauraumelemente 9a. Durch die Trennwände 12 wird das Material der Schmelze entsprechend der eingezeichneten Drehrichtung in die Zahnlücken der Verzahnung des Hohlrads 3 hineingestrichen. Die Beförderung der Schmelze in das jeweils gegenüberliegende Druckraumelement 10a erfolgt an jedem Planetenrad 1 in zwei Teilströmen. Der eine Teilstrom wird in den Zahnlücken des jeweiligen Planetenrads 1 entlang der Dichtzonen 11 in das zugehörige Druckraumelement 10a geführt, während ein zweiter Massenstrom durch Herausquetschen der Schmelze aus den Zahnlücken des Hohlrads 3 infolge des Eingriffs der Verzahnung der Planetenräder 1 erzeugt wird. Auf diese Weise wird der am Pumpeneingang noch aus vier Teilströmen bestehende Gesamtstrom nunmehr in insgesamt acht Teilströme aufgeteilt, so dass die Planetenradpumpe zu einer Verbesserung der Materialmischung beitragen kann. Dadurch, dass das zu fördernde Material beim Umlaufen des Planetenträgers 2 von den radialen Trennwänden 12 in die Zahnlücken des Hohlrads 3 hineingestrichen wird, ergibt sich auch eine besondere Eignung dieser Zahnradpumpe zur weitgehenden Selbstreinigung.

[0037] Die Eingangs dichtwand 5 und somit zumindest auch ein Teil des Planetenträgers 2 können auch körperlich Bestandteil der Schneckenwelle 17 sein, müssen also keine separaten Bauteile sein.

[0038] In Fig. 4 ist eine Abwandlung des in den Fig. 1 bis 3d dargestellten Schneckenextruders mit Planetenradpumpe dargestellt. Die grundsätzliche Aufbauweise und Funktion dieses Schneckenextruders entspricht letzterem, so dass insoweit auf die vorstehende Beschreibung verwiesen wird. Im Unterschied hierzu ist jedoch die Schneckenwelle 17 des Schneckenextruders 15 in Fig. 4 zusammen mit dem Planetenträger 2 und der damit verbundenen Eingangs dichtwand 5 sowie Ausgangs dichtwand 7 in axialer Richtung verschieblich, wie dies durch den dick auf der Längsachse des Extruders dargestellten Doppelpfeil angedeutet ist. Die Verzahnungsbreite des Hohlrads 3 ist mit  $b_1$  und die Verzahnungsbreite der Planetenräder 1 mit  $b_2$  bezeichnet. Beide Verzahnungsbreiten  $b_1$ ,  $b_2$  sind etwa gleich groß, so dass in einer nicht dargestellten Ausgangsstellung, bei der die Schneckenwelle mit dem mechanisch daran gekoppelten Planetenträger 3 nach links verschoben ist (linke Endposition), sich beide Verzahnungsbreiten  $b_1$ ,  $b_2$  vollständig überdecken. Der gegenüber dieser Ausgangsstellung eingetretene Verschiebeweg der Schneckenwelle 17 und des Planetenträgers 2 ist in Fig. 4 mit  $w$  bezeichnet. Somit ist in der gezeigten Stellung (in der Nähe der rechten Endposition) die Verzahnung lediglich über eine Länge  $b_1 - w$  im Eingriff. Dementsprechend ist das Fördervolumen der Zahnradpumpe 18 re-

duziert. Dabei bleibt der an den Dichtbereichen 11 (Fig. 3b, c) vorbeigeführte Teilstrom der Fördermenge völlig unbeeinflusst. Es verändert sich lediglich der Teilstrom, der durch die Verdrängung der in die Zahnlücken des Hohlrads 3 eingreifenden Zähne der Planetenräder 1 hervorgerufene Massenteilstrom. Um zu verhindern, dass durch die axiale Verschiebung des Planetenträgers 3 der Zahnradpumpe 18 eine ungewollte Leckage zwischen dem Druckraum 10 und dem Saugraum 9 im Bereich der Zahnlücken an der linken Seite des Hohlrads 3 entsteht, ist die Dicke der Eingangs dichtwand 5, die mit  $d$  bezeichnet ist, erheblich größer als die Dicke der Ausgangs dichtwand 7. Zum Erhalt der Dichtigkeit muss diese Dicke  $d$  zumindest geringfügig größer sein als der maximale Verschiebeweg  $w$ , damit der Umfang der Eingangs dichtwand 5 trotz der Verschiebung weiterhin dicht an der glattwandigen Innenseite des Extrudergehäuses 16 oder eines in diesem Bereich fortgesetzten Pumpengehäuses 4 anliegt. Wenn diese Überdeckung der Eingangs dichtwand 5 mit dem Extrudergehäuse 16 nicht gegeben wäre, würde eine Rückströmung aus dem Druckraum 10 durch diejenigen Zahnlücken des Hohlrads 3 entstehen, die gerade nicht mit den entsprechenden Zähnen der Planetenräder 2 im Eingriff stehen. Dieser Effekt der Rückströmung könnte aber auch bewusst erzeugt und gesteuert werden, um die Förderleistung der Pumpe zu regeln. Insofern ist die erhebliche Vergrößerung der Dicke der Eingangs dichtwand 5 nicht zwingend erforderlich, um die Funktionsfähigkeit der Zahnradpumpe 18 trotz Verschiebung des Planetenträgers 3 in axialer Richtung aufrechtzuerhalten. Auf diesem Wege lässt sich die Förderleistung der Zahnradpumpe 18 sogar wesentlich stärker reduzieren, als dies bei der in Fig. 4 dargestellten Ausführungsform möglich ist.

[0039] Fig. 5 zeigt eine ähnliche Anordnung von Schneckenextruder 15 mit Zahnradpumpe 18, die lediglich um das Merkmal ergänzt ist, dass in Förderrichtung, die von links nach rechts geht, hinter der Zahnradpumpe 18 noch ein Stiftzylinderextruderbereich 20 angeschlossen ist, wie er insbesondere zur Verarbeitung von Kautschukmischungen häufig verwendet wird. In das Gehäuse des Stiftzylinderextruderbereichs 20 sind Stifte 23 eingesetzt, die, wie dies durch die Doppelpfeile angedeutet ist, in radialer Richtung auf die Extruders längsachse angestellt werden können. Die Zahnradpumpe 18 sorgt in diesem Fall dafür, dass am Ende des Stiftzylinderextruderbereichs 20 noch ein ausreichender Druck für die Extrusion des verarbeiteten Materials vorliegt.

[0040] In Fig. 6 ist die Anordnung gemäß Fig. 5 noch um zwei weitere Abschnitte erweitert. An den Stiftzylinderextruderbereich 20 schließt sich in Förderrichtung nämlich zunächst ein Vakuumentgasungsbereich 21 mit einem Vakuumanschluss 24 und einem eingangsseitigen Blister 26 sowie mit einer 4-gängigen Schneckenwelle 17 an, während am Extrusionsende, also am rechten Ende der Anordnung noch eine zweite Zahnradpumpe

pe 18 angeschlossen ist, die den zur Extrusion gewünschten Förderdruck der verarbeiteten Schmelze erzeugt. Bei dieser Anordnung wird durch volumetrisches Fördern durch die beiden Zahnradpumpen 18 eine Entkopplung von Aufstaulänge und Extrusionsdruck ermöglicht, so dass ein Überfluten der Vakuumabsaugung im Vakuumentgasungsbereich 21 vermieden werden kann.

[0041] Für die Verzahnung des Hohlrads 3 (oder im Falle einer umgekehrten Pumpenanordnung die Verzahnung des Sonnenrads) und/oder die Verzahnung der Planetenräder 1 kann eine Ausführungsform gewählt werden, wie sie in Fig. 7 exemplarisch und schematisch als Teilschnittbild eines Planetenrads 1 dargestellt ist. Dieses Planetenrad 1 besitzt einen Zahnradgrundkörper 13, der vorzugsweise aus Metall (z.B. Stahl) gefertigt ist und in Bezug auf die Verzahnung fertigungstechnisch relativ grob toleriert sein kann. Die einzelnen Zähne sind wesentlich kleiner und die Zahnlücken wesentlich größer als dies für die Endform des Planetenrads 1 angestrebt wird. Diese Endform wird durch eine Umhüllung aus einem weichelastischen Material 14 (z.B. Gummi oder ein thermoplastisches Elastomer) hergestellt. Wegen der guten Verformbarkeit dieses Materials braucht die Formgenauigkeit des fertigen Planetenrads 1 nicht so hoch zu sein, wie dies bei einem starren Werkstoff der Fall sein müsste, da Übermaße der Zahngeometrie durch Verformung während des Zahneingriffs kompensiert werden können. Wegen der geringeren Anforderungen an die Formgenauigkeit lässt sich der Fertigungsaufwand für die Verzahnung entsprechend reduzieren. Auf der anderen Seite können auf diese Weise aber auch besonders hohe Anforderungen an die Dichtigkeit der im Eingriff befindlichen Verzahnung hinsichtlich eines ungewollten Materialrückflusses erfüllt werden.

[0042] In Fig. 8 ist eine weitere Variation hinsichtlich der einsetzbaren Verzahnung wiederum am Beispiel eines Planetenrads 1, das als Ausschnitt dargestellt ist, schematisch angedeutet. Dieses Planetenrad 1 weist alternierend unterschiedlich hohe Zähne auf. Der Unterschied in der Zahnhöhe ist mit  $\Delta h$  bezeichnet. Jeder zweite Zahn hat hierbei eine geringere Zahnhöhe als die normale Zahnhöhe. Alternativ könnten auch mehrere Zähne hintereinander jeweils die gleiche Höhe aufweisen, so dass die Zahnhöhe über den Umfang sich bereichsweise verändern würde. Es könnten auch Planetenräder 1 eingesetzt werden, die in sich jeweils gleiche Zahnhöhe aber untereinander unterschiedliche Zahnhöhen aufweisen. Damit könnte ein besonderer Effekt erreicht werden, nämlich eine Kompaktierung des in einer Zahnlucke des Hohlrads 3 befindlichen Materials, das von einem Zahn mit verringerter Zahnhöhe beaufschlagt und dadurch höchstens teilweise aus der Zahnlucke in den Druckraum 10 hineingefördert wird. Durch einen beim weiteren Umlauf des Planetenträgers in eine solche Zahnlucke eindringenden anderen Zahn mit normaler Zahnhöhe könnte dann dieses kompaktierte Ma-

terial in den Druckraum gefördert werden.

[0043] Die erfindungsgemäß vorgeschlagene Bauweise einer Zahnradpumpe gewährleistet, dass beim Leerfahren eines mit einer solchen Zahnradpumpe ausgerüsteten Extruders praktisch das gesamte Schmelzenmaterial aus dem Extruder und der damit verbundenen Zahnradpumpe hinausgefördert wird, da zur Sicherstellung der Materialeinspeisung in die Zahnradpumpe praktisch kein Vordruck erforderlich ist. Auf diese Weise lassen sich in den meisten Fällen aufwendige Reinigungsarbeiten beim Wechseln des zu verarbeitenden Materials vermeiden. Es kommt hinzu, dass wegen der Aufteilung der Materialströme an jedem Planetenrad in zwei kleinere Teilströme diese Zahnradpumpe eine erheblich bessere Mischungswirkung auf das zu verarbeitende Material hat, als dies bei einer üblichen als Schmelzepumpe eingesetzten Zahnradpumpe in der Bauweise eines Stirnradgetriebes der Fall ist. Dort werden lediglich zwei Materialteilströme erzeugt und wieder zusammengeführt. Bei den in den Figuren dargestellten Zahnradpumpen, die jeweils mit vier Planetenrädern ausgestattet sind, werden acht Teilströme im Schmelzenfluss erzeugt und wieder zusammengeführt. Dadurch wird eine signifikant bessere Materialmischung gewährleistet. Durch eine einfache mechanische Kopplung des Planetenträgers mit der Schneckenwelle eines Extruders kann auf einen separaten motorischen Antrieb der Zahnradpumpe vollständig verzichtet werden. Dennoch ist eine Regelung der Förderleistung der Zahnradpumpe möglich, wenn diese auf eine axiale Verstellung eingerichtet ist, wie dies vorstehend beschrieben wurde.

#### Bezugszeichenliste:

#### [0044]

1	Planetenrad
2	Planetenträger
3	Hohlrad
4	Pumpengehäuse
5	Eingangsdichtwand
6	Eintrittsöffnung
7	Ausgangsdichtwand
8	Austrittsöffnung
9	Saugraum
9a	Saugraumelement
10	Druckraum
10a	Druckraumelement
11	Dichtbereich
12	Trennwand
13	Zahnradgrundkörper
14	weichelastische Umhüllung
15	Schneckenextruder
16	Extrudergehäuse
17	Schneckenwelle
18	Zahnradpumpe
19	Förderende
20	Stiftzylinderextruderbereich

21	Vakuumentgasungsbereich
22	Extruderaustritt
23	Verstellbarer Stift
24	Vakuumschluß
25	Kopfstück
26	Blister
b <sub>1</sub>	Verzahnungsbreite Hohlrad
b <sub>2</sub>	Verzahnungsbreite Planetenrad
w	Verschiebeweg
d	Dicke Eingangsdichtwand
Δh	Unterschied der Zahnhöhe

#### Patentansprüche

1. Verwendung einer Schneckenextruder-Zahnradpumpen-Kombination als Einspritzeinheit von Spritzgussmaschinen zum plastifizieren und Einspritzen von Thermoplasten und Kautschukmischungen mit einer oder mehreren Schneckenwellen (17) sowie einer mechanisch mit der oder den Schneckenwelle(n) antriebsmäßig gekoppelten Zahnradpumpe (18), deren Pumpengehäuse (4) Bestandteil des Gehäuses (16) des Schneckenextruders (15) ist oder unmittelbar daran angeschlossen ist,

- mit einem mit mindestens einem drehbar gelagerten Planetenrad (1) bestückten Planetenträger (2),
- mit zwei weiteren Funktionselementen, die mit dem mindestens einen Planetenrad (1) im Sinne eines Sonnenrads bzw. eines Hohlrads (3) zusammenwirken,
- mit einem den Planetenträger (2) umgebenden Pumpengehäuse (4),
- mit einer Eingangsdichtwand (5), die mit dem Planetenträger (2) drehfest verbunden ist und mindestens eine Eintrittsöffnung (6) für das zu fördernde Medium aufweist,
- mit einer Ausgangsdichtwand (7), die mit dem Planetenträger (2) drehfest verbunden ist und mindestens einer Austrittsöffnung (8) für das zu fördernde Medium aufweist und
- und mit einem Saugraum (9) und einem Druckraum (10), die von dem Pumpengehäuse (4) umschlossen und gegeneinander abgedichtet sind, wobei der Saugraum (9) in Förderrichtung vor der Eingangsdichtwand (5) angeordnet ist sich durch die mindestens eine Eintrittsöffnung (6) hindurch in mindestens ein Saugraumelement (9a) entlang des mindestens einen Planetenrads (1) bis zu der Ausgangsdichtwand (7) erstreckt und wobei der Druckraum (10) in Förderrichtung hinter der Ausgangsdichtwand (7) angeordnet ist,
- wobei jeweils nur eines der beiden als Sonnenrad oder Hohlrad (3) wirkenden Funktionsele-

mente eine mit dem mindestens einen Planetenrad (1) kämmende Verzahnung aufweist und das andere Funktionselement mindestens einen Dichtbereich (11) aufweist, der glattwandig und über einen Teil des Umfangs und über die Länge des mindestens einen Planetenrads (1) gleitbar dichtend anliegend ausgeführt ist, wobei das den mindestens einen Dichtbereich (11) aufweisende andere Funktionselement drehfest mit dem Planetenträger (2) verbunden ist und

- dass zur Trennung des mindestens einen Saugraumelements (9) von dem mindestens einen Druckraumelement (10a) in Umfangsrichtung versetzt zu dem mindestens einen Planetenrad (1) mindestens eine sich von der Eingangsdichtwand (5) bis zur Ausgangsdichtwand (7) erstreckende Trennwand (12) angeordnet ist, die mit dem den mindestens einen glattwandigen Dichtbereich (11) aufweisenden anderen Funktionselement drehfest und dichtend verbunden ist und sich in radialer Richtung bis zum Kopfkreis der Verzahnung des die Verzahnung aufweisenden Funktionselements erstreckt.

2. Verwendung einer Schneckenextruder - Zahnradpumpen - Kombination nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** dass sich der Druckraum (10) durch die mindestens eine Austrittsöffnung (8) hindurch in mindestens ein Druckraumelement (10a) entlang des mindestens einen Planetenrads (1) bis zu der Eingangsdichtwand (5) erstreckt.

3. Verwendung einer Schneckenextruder - Zahnradpumpen - Kombination nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** dass die mindestens eine Trennwand (12) jeweils über die gesamte axiale Länge des mindestens einen Planetenrads (1) großflächig über den Umfang des Planetenrads (1) an dessen Verzahnung dichtend anliegt.

4. Verwendung einer Schneckenextruder - Zahnradpumpen - Kombination nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet,** dass jeweils mindestens zwei, insbesondere jeweils mindestens vier Planetenräder (1), Trennwände (12), Eintritts- (6) und Austrittsöffnungen (8) vorgesehen sind.

5. Verwendung einer Schneckenextruder - Zahnradpumpen - Kombination nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet,** dass die Verzahnung des mindestens einen Planetenrads (1) und des verzahnten Funktionselements

als Schrägverzahnung ausgeführt ist.

6. Verwendung einer Schneckenextruder - Zahnradpumpen - Kombination nach Anspruch 5, 5  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die mindestens eine Trennwand (12) entsprechend der Schrägverzahnung in axialer Richtung wendelförmig verläuft.
7. Verwendung einer Schneckenextruder - Zahnradpumpen - Kombination nach einem der Ansprüche 1 bis 6, 10  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die mindestens eine Trennwand (12) einstückig mit dem den mindestens einen Dichtbereich (11) aufweisenden Funktionselement ausgebildet ist. 15
8. Verwendung einer Schneckenextruder - Zahnradpumpen - Kombination nach einem der Ansprüche 1 bis 7, 20  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** das Hohlrad (3) mit der Verzahnung und das dem Sonnenrad entsprechende Funktionsteil mit dem mindestens einen Dichtbereich (11) versehen ist. 25
9. Verwendung einer Schneckenextruder - Zahnradpumpen - Kombination nach Anspruch 8, 30  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** der Planetenträger (2) und das dem Sonnenrad entsprechende Funktionsteil einstückig ausgebildet sind.
10. Verwendung einer Schneckenextruder - Zahnradpumpen - Kombination nach Anspruch 8 oder 9, 35  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Eingangsdichtwand (5) oder die Ausgangsdichtwand (7) einstückig mit dem Planetenträger (2) ausgebildet ist. 40
11. Verwendung einer Schneckenextruder - Zahnradpumpen - Kombination nach einem der Ansprüche 8 bis 10 45  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** das Hohlrad (3) einstückig mit dem das Hohlrad (3) umgebenden Teil des Pumpengehäuses (4) ausgebildet ist. 50
12. Verwendung einer Schneckenextruder - Zahnradpumpen - Kombination nach einem der Ansprüche 8 bis 11, 55  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** der Außendurchmesser der Eingangsdichtwand (5) ungleich, insbesondere kleiner ist als der Außendurchmesser der Ausgangsdichtwand (7).
13. Verwendung einer Schneckenextruder - Zahnradpumpen - Kombination nach einem der Ansprüche

8 bis 12,

**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** zur Veränderbarkeit des Fördervolumens der Zahnradpumpe (18) der Planetenträger (2) zusammen mit dem dem Sonnenrad entsprechenden Funktionsteil und der Eingangs- (5) und der Ausgangsdichtwand (7) innerhalb des Pumpengehäuses (4) axial gegenüber dem Hohlrad (3) um einen Verschiebeweg  $w$  verschieblich angeordnet ist.

14. Verwendung einer Schneckenextruder - Zahnradpumpen - Kombination nach Anspruch 13, 15  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Dicke  $d$  (in Verschieberichtung gesehen) der Eingangsdichtwand (5) größer ist als der maximale Verschiebeweg  $w$ .
15. Verwendung einer Schneckenextruder - Zahnradpumpen - Kombination nach einem der Ansprüche 1 bis 14, 20  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** das mindestens eine Planetenrad (1) und/oder das die mit dem mindestens einen Planetenrad (1) kämmende Verzahnung aufweisende Funktionsteil zumindest im oberflächennahen Bereich seiner Verzahnung weich-elastisch ausgeführt ist/sind. 25
16. Verwendung einer Schneckenextruder - Zahnradpumpen - Kombination nach Anspruch 15, 30  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Verzahnung jeweils durch einen fertigungstechnisch grob tolerierten metallischen Zahnradgrundkörper (13) mit einer elastischen Umhüllung (14), insbesondere einer Umhüllung aus Gummi oder einem thermoplastischen Elastomer, im Verzahnungsbereich gebildet wird. 35
17. Verwendung einer Schneckenextruder - Zahnradpumpen - Kombination nach einem der Ansprüche 1 bis 16, 40  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Verzahnung des Hohlrads (3) oder des mindestens einen Planetenrads (1) alternierend oder abschnittsweise mit Zähnen unterschiedlicher Höhe ausgeführt ist oder im Falle mehrerer Planetenräder (1) die Zähne mindestens eines dieser Planetenräder (1) eine andere Zahnhöhe aufweisen als ein anderes Planetenrad. 45
18. Verwendung einer Schneckenextruder - Zahnradpumpen - Kombination nach einem der Ansprüche 1-17, 50  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Gangzahl am Förderende (19) der Schneckenwelle/-wellen (17) jeweils gleich der Zahl der Planetenräder (1) der daran angeschlossenen Zahnradpumpe (18) ist. 55

19. Verwendung einer Schneckenextruder - Zahnrad-  
pumpen - Kombination nach Anspruch 18,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Gangzahl des vor dem Förderende (19)  
liegenden Abschnitts der Schneckenwelle (17) je-  
weils halb so groß ist wie die Gangzahl am Förde-  
rende (19). 5
20. Verwendung einer Schneckenextruder - Zahnrad-  
pumpen - Kombination nach einem der Ansprüche  
1 bis 19,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Verzahnung in der Zahnradpumpe (18)  
schrägverzahnt ausgeführt und der Neigung der  
Wendelung der Gänge der Schneckenwelle (17) -  
bezogen auf die Förderrichtung des Schneckenex-  
truders (15) - jeweils entgegengesetzt ist. 10 15
21. Verwendung einer Schneckenextruder - Zahnrad-  
pumpen - Kombination nach einem der Ansprüche  
1 bis 20,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Schneckenwelle (17) jeweils zusammen  
mit dem Planetenträger (2) und dem dem Hohlrad  
entsprechenden Funktionsteil sowie der Eingangs-  
und der Ausgangsdichtwand (5, 7) axial verschieb-  
lich angeordnet ist. 20 25
22. Verwendung einer Schneckenextruder - Zahnrad-  
pumpen - Kombination nach einem der Ansprüche  
1 bis 21,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** in Förderrichtung hinter der Zahnradpumpe  
(18) ein Stiftzylinderextruderbereich (20) angeord-  
net ist. 30 35
23. Verwendung einer Schneckenextruder - Zahnrad-  
pumpen - Kombination nach Anspruch 1 bis 22,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** auf einer Schneckenwelle (17) axial hinterein-  
ander zwei Zahnradpumpen (18) angeordnet sind,  
wobei die in Förderrichtung zweite Zahnradpumpe  
(18) unmittelbar nach der ersten Zahnradpumpe  
angeordnet ist. 40 45
- Claims**
1. Use of a screw extruder / gear pump combination  
as an injection unit of injection moulding machines  
for plasticizing and injecting thermoplastics and  
rubber mixes, having one or more screw shafts (17)  
and also a gear pump (18) which is connected me-  
chanically in a powered manner to the screw shaft  
(s), the housing (4) of which pump is a component  
of the housing (16) of the screw extruder (15) or is  
directly attached to it, 50 55
- with a planet carrier (2) that is fitted with at least one planet wheel (1) which is mounted in such a way that it is able to rotate,
  - with two further functional elements which operate in conjunction with the at least one planet wheel (1) in the manner of a sun wheel or ring gear (3),
  - with a pump housing (4) which surrounds the planet carrier (2),
  - with an entry sealing wall (5) which is connected to the planet carrier (2) in such a way that it is unable to turn and which has at least one inlet opening (6) for the medium that is being conveyed,
  - with an outlet sealing wall (7) which is connected to the planet carrier (2) in such a way that it is unable to turn and which has at least one exit opening (8) for the material that is being conveyed,
  - and with a suction chamber (9) and pressure chamber (10) which are enclosed by the pump housing (4) and are sealed off from each other, the suction chamber (9) being positioned in front of the entry sealing wall (5) in the direction of conveying, extending through the at least one entry opening (6) into at least one suction chamber element (9a) along the at least one planet wheel (1) up to the outlet sealing wall (7), and the pressure chamber (10) being positioned behind the outlet sealing wall (7) in the direction of conveying,
  - in each case only one of the two functional elements acting as a sun wheel or ring gear (3) having teeth which engage with the at least one planet wheel (1), and the other functional element having at least one sealing area (11) which is smooth-walled and which is made to lie against part of the periphery and over the length of the at least one planet wheel (1) in a sliding and sealing manner,
  - the other functional element which has at least one sealing area (11) being connected, in such a way that it is unable to turn, with the planet carrier (2), and
  - that, to separate the at least one suction chamber element (9) from the at least one pressure chamber element (10a), at least one partition (12) extending from the entry sealing wall (5) to the outlet sealing wall (7) is positioned offset towards the periphery to the at least one planet wheel (1), which partition is connected, in such a way that it is unable to turn and so that it forms a seal, to the other functional element which has the at least one smooth-walled sealing area (11), and extends radially as far as the tip of the teeth of the function element that bears the teeth.

2. Use of a screw extruder / gear pump combination as in Claim 1  
**characterised in that**  
the pressure chamber (10) extends through the at least one exit opening (8) into at least one pressure chamber element (10a) along the at least one planet wheel (1) as far as the entry sealing wall (5). 5
3. Use of a screw extruder / gear pump combination as in Claim 1,  
**characterised in that**  
the at least one partition (12) in each case lies, over the entire axial length of the at least one planet wheel (1) over a large area, over the periphery of the planet wheel (1) against the teeth of the latter so that it forms a seal. 10
4. Use of a screw extruder / gear pump combination as in one of Claims 1 to 3,  
**characterised in that**  
there are in each case at least two, in particular in each case at least four, planet wheels (1), partitions (12), inlet openings (6) and exit openings (8). 15
5. Use of a screw extruder / gear pump combination as in one of Claims 1 to 4,  
**characterised in that**  
the teeth of the at least one planet wheel (1) and of the toothed functional element are made in the form of helical gearing. 20
6. Use of a screw extruder / gear pump combination as in Claim 5,  
**characterised in that**  
the at least one partition (12) runs spirally in an axial direction corresponding to the helical gearing. 25
7. Use of a screw extruder / gear pump combination as one of Claims 1 to 6,  
**characterised in that**  
the at least one partition (12) is made in one piece with the functional element that has the at least one sealing area (11). 30
8. Use of a screw extruder / gear pump combination as in one of Claims 1 to 7,  
**characterised in that**  
the ring gear (3) has teeth and the functional part corresponding to the sun wheel has the at least one sealing area (11). 35
9. Use of a screw extruder / gear pump combination as in Claim 8,  
**characterised in that**  
the planet carrier (2) and the functional part corresponding to the sun wheel are made in one piece. 40
10. Use of a screw extruder / gear pump combination as in Claim 8 or 9,  
**characterised in that**  
the entry sealing wall (5) or the outlet sealing wall (7) is made in one piece with the planet carrier (2). 45
11. Use of a screw extruder / gear pump combination as in one of Claims 8 to 10,  
**characterised in that**  
the ring gear (3) is made in one piece with the part of the pump housing (4) that surrounds the ring gear (3). 50
12. Use of a screw extruder / gear pump combination as in one of Claims 8 to 11,  
**characterised in that**  
the external diameter of the entry sealing wall (5) is different from, and in particular is smaller than, the external diameter of the outlet sealing wall (7). 55
13. Use of a screw extruder / gear pump combination as in one of Claims 8 to 12,  
**characterised in that**  
in order to be able to change the volume throughput of the gear pump (18), the planet carrier (2), together with the functional part corresponding to the sun wheel and the entry sealing wall (5) and outlet sealing wall (7), is positioned inside the pump housing (4) so that it can be moved axially in relation to the ring gear (3) by a path of movement w. 60
14. Use of a screw extruder / gear pump combination as in Claim 13,  
**characterised in that**  
the thickness d (viewed in the direction of movement) of the entry sealing wall (5) is greater than the maximum path of movement w. 65
15. Use of a screw extruder / gear pump combination as in one of Claims 1 to 14,  
**characterised in that**  
the at least one planet wheel (1), and/or the functional part with the teeth that engage with the at least one planet wheel (1), is/are made to be flexible at least in the area of its teeth which is near the surface. 70
16. Use of a screw extruder / gear pump combination as in Claim 15,  
**characterised in that**  
the teeth are in each case made up of a metallic gear wheel base body (13) with a wide manufacturing tolerance, with a flexible sheath (14), in particular a sheath made of rubber or of a thermoplastic elastomer, in the area of the teeth. 75
17. Use of a screw extruder / gear pump combination as in one of Claims 1 to 16,  
**characterised in that**

the teeth of the ring gear (3) of the at least one planet wheel (1) are made alternately or in sections with teeth of different heights or, where there are a number of planet wheels (1), the teeth of at least one of these planet wheels (1) are of a different tooth height from those of another planet wheel.

18. Use of a screw extruder / gear pump combination as in one of Claims 1 to 17,  
**characterised in that**  
the number of starts at the conveyor end (19) of the screw shaft(s) (17) is in each case the same as the number of planet wheels (1) of the gear pump (18) which is connected to it.

19. Use of a screw extruder / gear pump combination as in Claim 18,  
**characterised in that**  
the number of starts in the section of the screw shaft (17) that lies in front of the conveyor end (19) is in each case half as great as the number of starts at the conveyor end (19).

20. Use of a screw extruder / gear pump combination as in one of Claims 1 to 19,  
**characterised in that**  
the teeth in the gear pump (18) are made with helical gearing, and the pitch of the coiling of the threads of the screw shaft (17) - in relation to the conveying direction of the screw extruder (15) - is in each case opposed.

21. Use of a screw extruder / gear pump combination as in one of Claims 1 to 20,  
**characterised in that**  
the screw shaft (17) is in each case positioned, in conjunction with the planet carrier (2) and the functional part corresponding to the ring gear and with the entry and outlet sealing walls (5, 7), so that it can be moved axially.

22. Use of a screw extruder / gear pump combination as in one of Claims 1 to 21,  
**characterised in that**  
a pin tumbler cylinder extruder area (20) is positioned in the direction of conveying behind the gear pump (18).

23. Use of a screw extruder / gear pump combination as in Claim 1 to 22,  
**characterised in that**  
two gear pumps are positioned axially in series on a screw shaft (17), the second gear pump (18) in the direction of conveying being positioned directly after the first gear pump.

## Revendications

1. Utilisation d'une combinaison extrudeuse à vis-pompe à engrenages en tant qu'unité d'injection de machines de moulage par injection pour la plastification et l'injection de matières thermoplastiques et de mélanges de caoutchouc, avec un ou plusieurs arbres de vis (17), ainsi qu'une pompe à engrenages (18) qui est couplée mécaniquement à l'arbre de vis ou aux arbres de vis en ce qui concerne l'entraînement et dont le carter de pompe (4) fait partie du carter (16) de l'extrudeuse à vis (15) ou est raccordé directement à celui-ci,
  - avec une cage de transmission planétaire (2) équipée d'au moins une roue planétaire (1) montée de manière à pouvoir tourner,
  - avec deux autres éléments fonctionnels qui coopèrent avec au moins une roue planétaire (1) au sens d'une roue solaire et d'une couronne de train planétaire (3),
  - avec un carter de pompe (4) entourant la cage de transmission planétaire (2),
  - avec une paroi étanche d'entrée (5) qui est reliée fixement à la cage de transmission planétaire (2) et présente au moins une ouverture d'admission (6) pour le fluide à transporter,
  - avec une paroi étanche de sortie (7) qui est reliée fixement à la cage de transmission planétaire (2) et présente au moins une ouverture de sortie (8) pour le fluide à transporter et
  - avec une chambre d'aspiration (9) et une chambre de pression (10) qui sont incluses dans le carter de pompe (4) et sont étanches l'une par rapport à l'autre, la chambre d'aspiration (9) étant agencée en amont de la paroi étanche d'entrée (5) dans le sens de transport, et s'étendant à travers au moins une ouverture d'admission (6) dans au moins un élément de chambre d'aspiration (9a) le long d'au moins une roue planétaire (1) jusqu'à la paroi étanche de sortie (7) et la chambre de pression (10) étant agencée en aval de la paroi étanche de sortie (7) dans le sens de transport,
  - seul l'un des deux éléments fonctionnels faisant office de roue solaire ou de couronne de train planétaire (3) présentant une denture s'engrenant dans au moins une roue planétaire (1) et l'autre élément fonctionnel présentant au moins une zone étanche (11) qui est réalisée à paroi lisse et adjacente de manière à faire étanchéité par glissement sur une partie du pourtour et sur la longueur d'au moins une roue planétaire (1),
  - l'autre élément fonctionnel présentant au moins une zone étanche (11) étant relié fixement à la cage de transmission planétaire (2) et
  - pour séparer au moins un élément de chambre

- d'aspiration (9a) d'au moins un élément de chambre de pression (90a), au moins une paroi de séparation (12) qui s'étend de la paroi étanche d'entrée (5) jusqu'à la paroi étanche de sortie (7) étant agencée de manière décalée dans le sens circonférentiel par rapport à au moins une roue planétaire (1), ladite paroi de séparation étant reliée, fixement et de façon étanche, à l'autre élément fonctionnel qui présente au moins une zone étanche (11) à paroi lisse et s'étendant dans la direction radiale jusqu'au cercle de tête de la denture de l'élément fonctionnel présentant la denture.
2. Utilisation d'une combinaison extrudeuse à vis-pompe à engrenages selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** la chambre de pression (10) s'étend à travers au moins une ouverture de sortie (8) dans au moins un élément de chambre de pression (10a) le long d'au moins une roue planétaire (1) jusqu'à la paroi étanche d'entrée (5).
  3. Utilisation d'une combinaison extrudeuse à vis-pompe à engrenages selon la revendication 1, **caractérisée en ce qu'**au moins une paroi de séparation (12) repose de manière étanche sur toute la longueur axiale d'au moins une roue planétaire (1) et sur une grande surface du pourtour de la roue planétaire (1) sur la denture de celui-ci.
  4. Utilisation d'une combinaison extrudeuse à vis-pompe à engrenages selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisée en ce qu'**à chaque fois au moins deux, en particulier à chaque fois au moins quatre roues planétaires (1), parois de séparation (12), ouvertures d'admission (6) et de sortie (8) sont prévues.
  5. Utilisation d'une combinaison extrudeuse à vis-pompe à engrenages selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisée en ce que** la denture d'au moins une roue planétaire (1) et de l'élément fonctionnel denté est réalisée sous forme d'une denture hélicoïdale.
  6. Utilisation d'une combinaison extrudeuse à vis-pompe à engrenages selon la revendication 5, **caractérisée en ce qu'**au moins une paroi de séparation (12) s'étend de manière hélicoïdale dans le sens axial, conformément à la denture hélicoïdale.
  7. Utilisation d'une combinaison extrudeuse à vis-pompe à engrenages selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisée en ce qu'**au moins une paroi de séparation (12) est conçue d'une seule pièce avec l'élément fonctionnel présentant au moins une zone étanche (11).
  8. Utilisation d'une combinaison extrudeuse à vis-pompe à engrenages selon l'une des revendications 1 à 7, **caractérisée en ce que** la couronne de train planétaire (3) est munie de la denture et la partie fonctionnelle correspondant à la roue solaire d'au moins une zone étanche (11).
  9. Utilisation d'une combinaison extrudeuse à vis-pompe à engrenages selon la revendication 8, **caractérisée en ce que** la cage de transmission planétaire (2) et la partie fonctionnelle correspondant à la roue solaire sont réalisées d'une seule pièce.
  10. Utilisation d'une combinaison extrudeuse à vis-pompe à engrenages selon la revendication 8 ou 9, **caractérisée en ce que** la paroi étanche d'entrée (5) ou la paroi étanche de sortie (7) est réalisée d'une seule pièce avec la cage de transmission planétaire (2).
  11. Utilisation d'une combinaison extrudeuse à vis-pompe à engrenages selon l'une des revendications 8 à 10, **caractérisée en ce que** la couronne de train planétaire (3) est réalisée d'une seule pièce avec la partie du carter de pompe (4) entourant la couronne de train planétaire (3).
  12. Utilisation d'une combinaison extrudeuse à vis-pompe à engrenages selon l'une des revendications 8 à 11, **caractérisée en ce que** le diamètre extérieur de la paroi étanche d'entrée (5) est différent du diamètre extérieur de la paroi étanche de sortie (7), en particulier inférieur.
  13. Utilisation d'une combinaison extrudeuse à vis-pompe à engrenages selon l'une des revendications 8 à 12, **caractérisée en ce que**, pour pouvoir modifier le volume de refoulement de la pompe à engrenages (18), la cage de transmission planétaire (2), en même temps que la partie fonctionnelle correspondant à la roue solaire et la paroi étanche d'entrée (5) et la paroi étanche de sortie (7), est agencée de façon à pouvoir se déplacer dans le sens axial d'une course de translation  $w$  par rapport à la couronne de train planétaire (3) à l'intérieur du carter de pompe (4).
  14. Utilisation d'une combinaison extrudeuse à vis-pompe à engrenages selon la revendication 13, **caractérisée en ce que** l'épaisseur  $d$  (vue dans le

sens de translation) de la paroi étanche d'entrée (5) est supérieure à la course de translation w maximale.

15. Utilisation d'une combinaison extrudeuse à vis-  
pompe à engrenages selon l'une des revendica-  
tions 1 à 14,  
**caractérisée en ce qu'**au moins une roue planétaire  
(1) et/ou la partie fonctionnelle présentant la den-  
ture s'engrenant dans au moins une roue planétaire  
(1) est/sont réalisée(s) élastique(s) et souple(s) au  
moins dans la zone proche de la surface de sa (leur)  
denture. 5
16. Utilisation d'une combinaison extrudeuse à vis-  
pompe à engrenages selon la revendication 16,  
**caractérisée en ce que** la denture est formée,  
dans la zone de denture à chaque fois par un corps  
de base d'engrenage (13) métallique avec de gran-  
des tolérances au niveau de la technique de fabri-  
cation avec une enveloppe élastique (14), en parti-  
culier une enveloppe en caoutchouc ou dans un  
élastomère thermoplastique. 10
17. Utilisation d'une combinaison extrudeuse à vis-  
pompe à engrenages selon l'une des revendica-  
tions 1 à 16,  
**caractérisée en ce que** la denture de la couronne  
de train planétaire (3) ou d'au moins une roue pla-  
nétaire (1) est réalisée alternativement ou par seg-  
ments avec des dents de hauteur différente ou,  
dans le cas de plusieurs roues planétaires (1), les  
dents d'au moins l'une de ces roues planétaires (1)  
présentent une hauteur de dent différente de celle  
d'une autre roue planétaire. 15
18. Utilisation d'une combinaison extrudeuse à vis-  
pompe à engrenages selon l'une des revendica-  
tions 1 à 17,  
**caractérisée en ce que** le nombre de spires à l'ex-  
trémité de transport (19) de l'arbre de vis (des ar-  
bres de vis) (17) est à chaque fois égal au nombre  
des roues planétaires (1) de la pompe à engrena-  
ges (18) qui y est raccordée. 20
19. Utilisation d'une combinaison extrudeuse à vis-  
pompe à engrenages selon la revendication 18,  
**caractérisée en ce que** le nombre de spires du  
segment de l'arbre de vis (17) situé avant l'extrémité  
de transport (19) est à chaque fois égal à la moitié  
du nombre de spires à l'extrémité de transport (19). 25
20. Utilisation d'une combinaison extrudeuse à vis-  
pompe à engrenages selon l'une des revendica-  
tions 1 à 19,  
**caractérisée en ce que** la denture dans la pompe  
à engrenages (18) est hélicoïdale et est opposée à  
l'inclinaison de l'hélice des spires de l'arbre de vis 30

(17), rapportée à la direction de transport de l'extru-  
deuse à vis (15).

21. Utilisation d'une combinaison extrudeuse à vis-  
pompe à engrenages selon l'une des revendica-  
tions 1 à 20,  
**caractérisée en ce que** l'arbre de vis (17), à cha-  
que fois en même temps que la cage de transmis-  
sion planétaire (2) et la partie fonctionnelle corres-  
pondant à la couronne de train planétaire, ainsi que  
la paroi étanche d'entrée et de sortie (5, 7), est  
agencé de manière mobile dans le sens axial. 35
22. Utilisation d'une combinaison extrudeuse à vis-  
pompe à engrenages selon l'une des revendica-  
tions 1 à 21,  
**caractérisée en ce qu'**une zone d'extrudeuse à cy-  
lindre à goupilles (20) est agencée en aval de la  
pompe à engrenages (18) dans le sens de trans-  
port. 40
23. Utilisation d'une combinaison extrudeuse à vis-  
pompe à engrenages selon l'une des revendica-  
tions 1 à 22,  
**caractérisée en ce que** deux pompes à engrena-  
ges (18) sont disposées l'une derrière l'autre dans  
le sens axial sur un arbre de vis (17), la deuxième  
pompe à engrenages (18) étant agencée juste  
après la première pompe à engrenages dans le  
sens de transport. 45

Fig.1

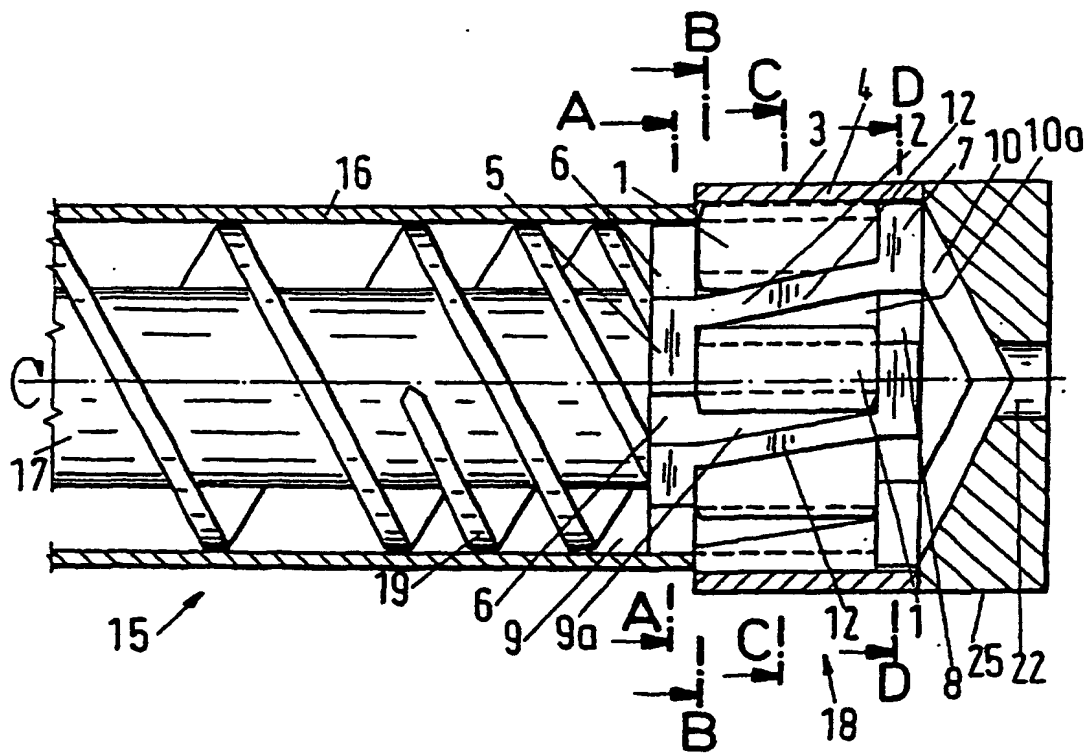


Fig.2

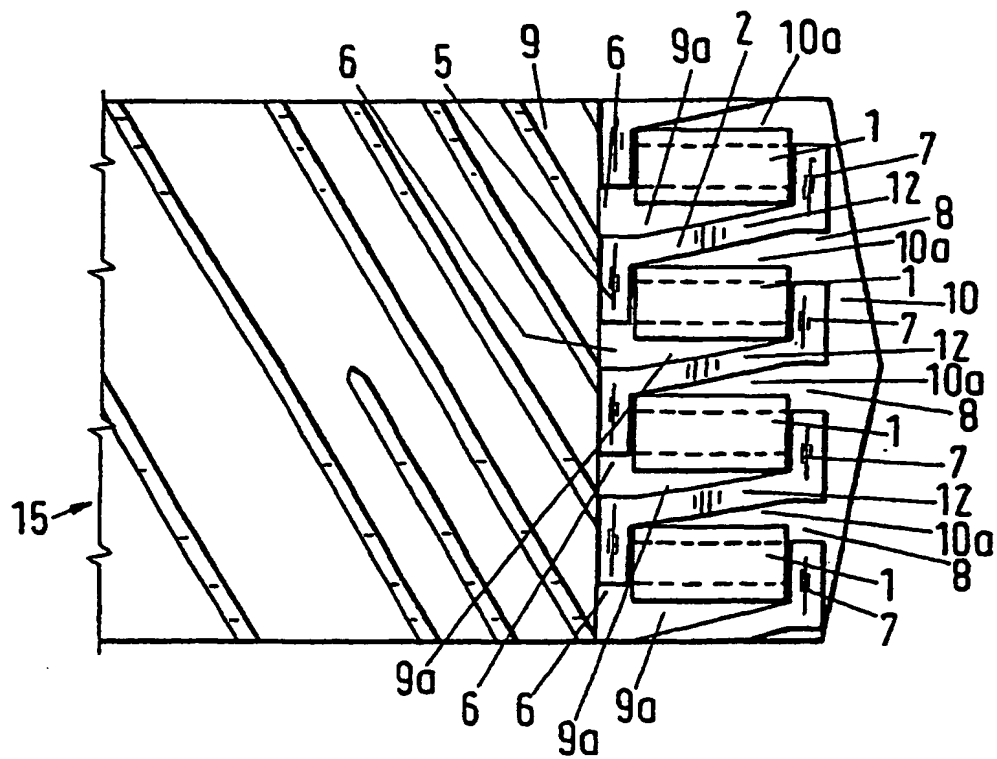


Fig.3A

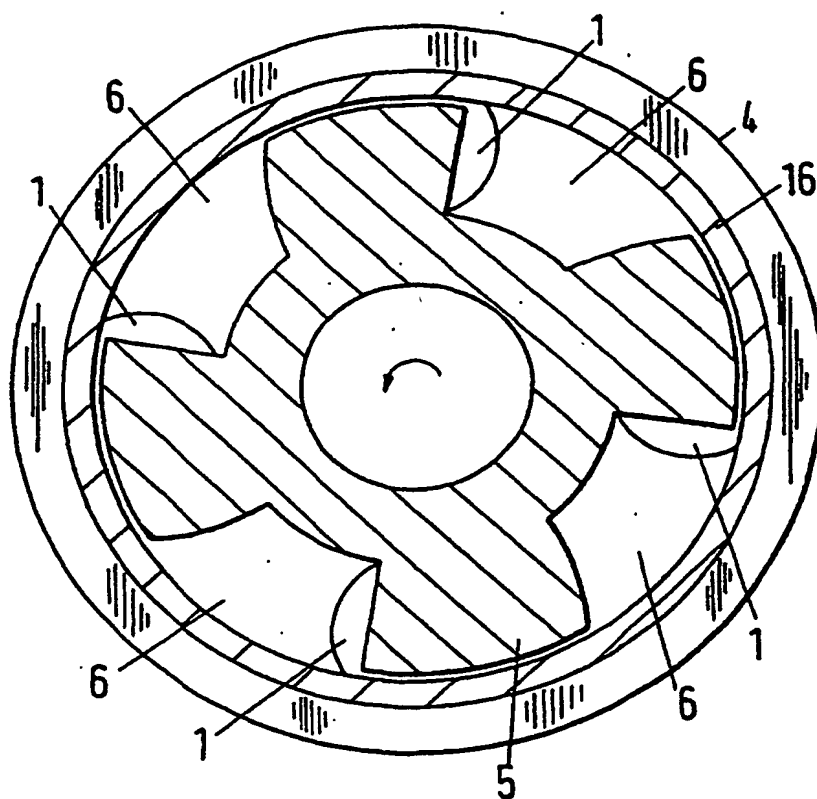


Fig.3 B

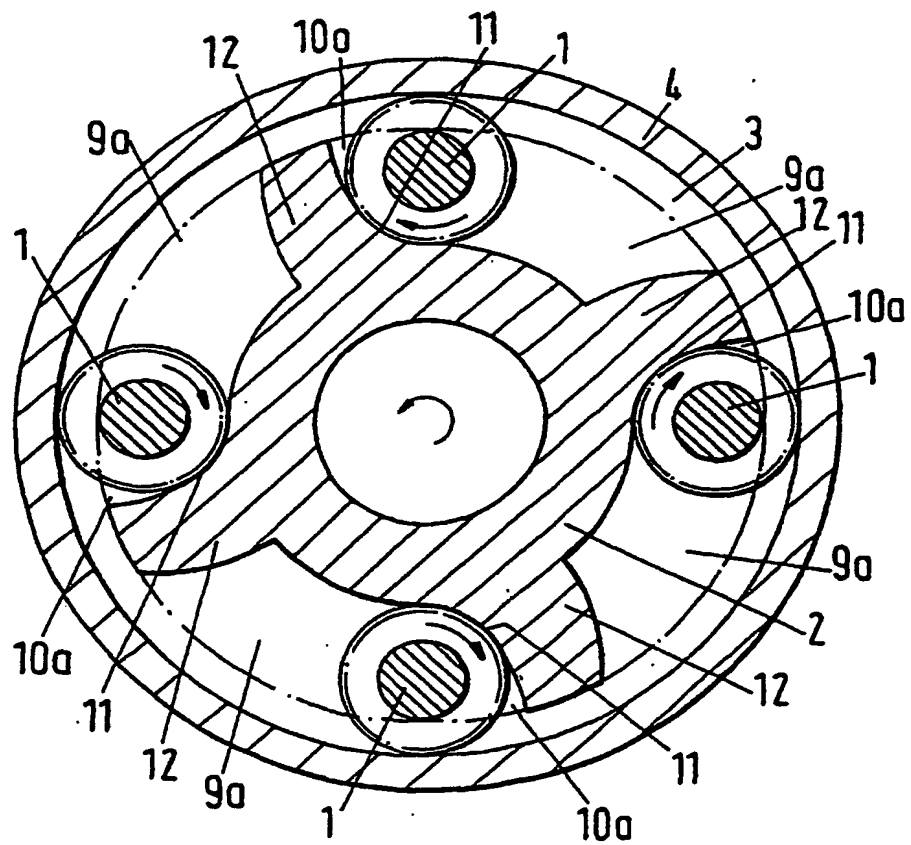


Fig. 3C

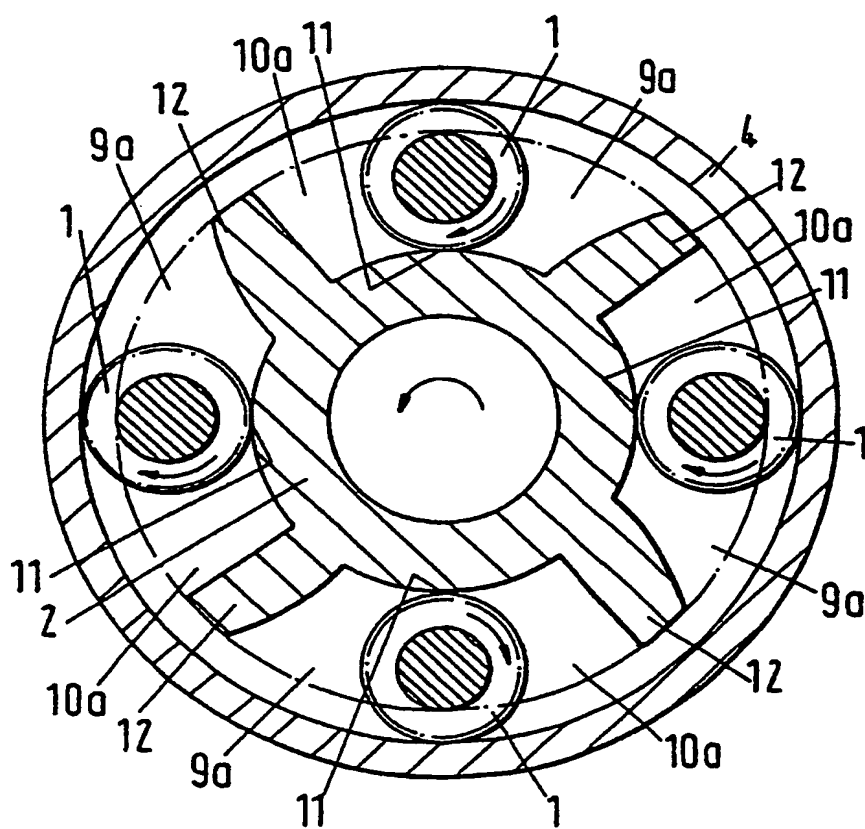


Fig.3D

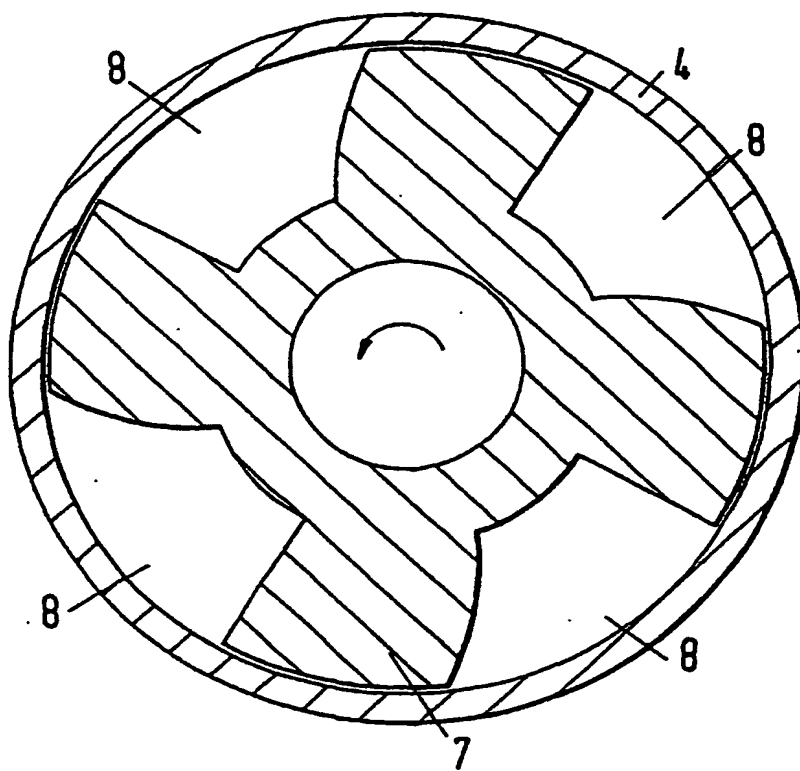


Fig.4

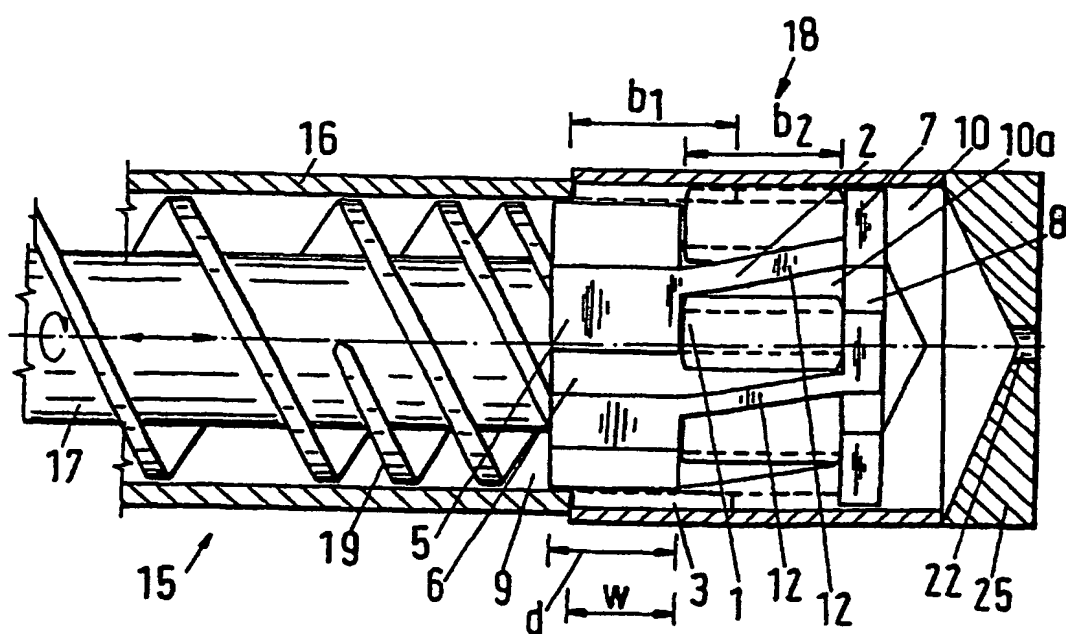


Fig.5

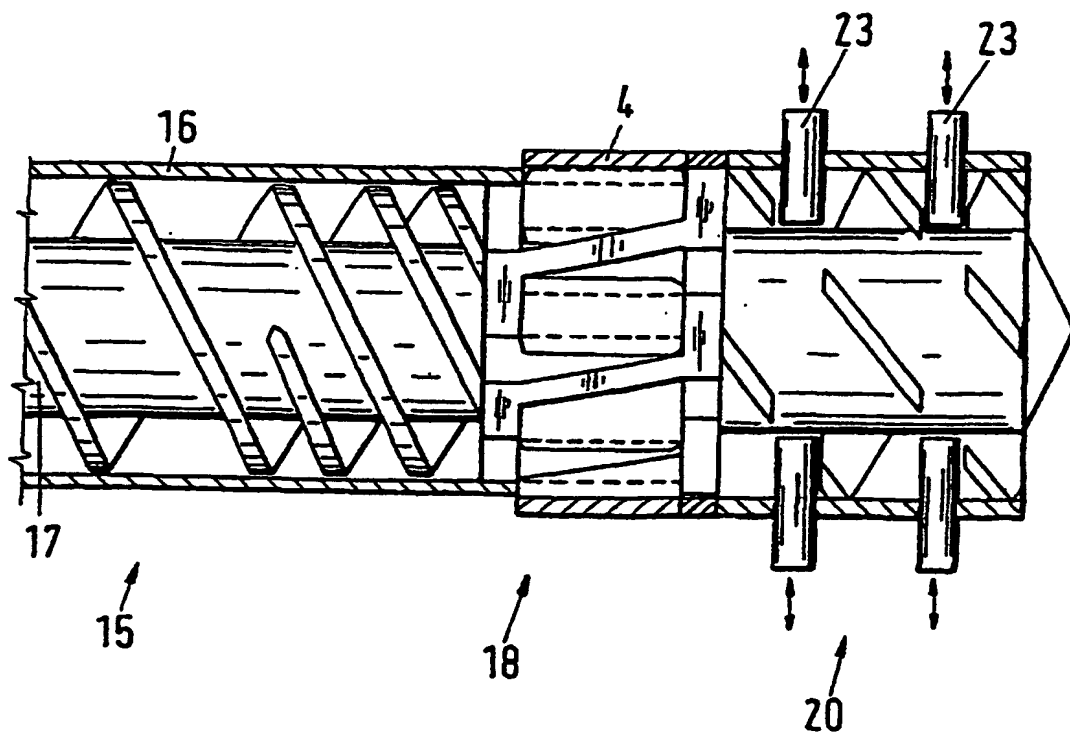


Fig.6

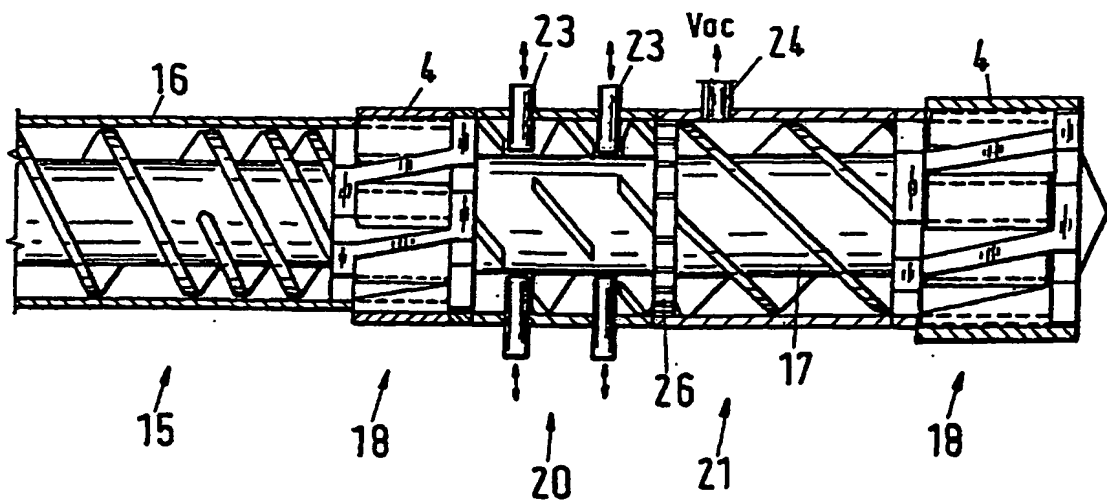


Fig.7

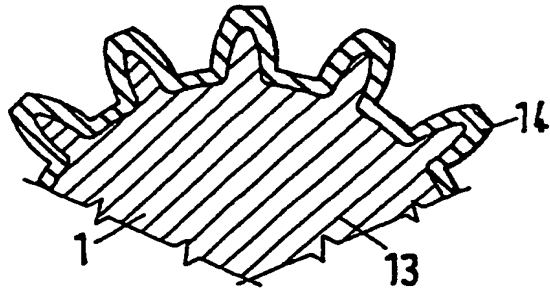
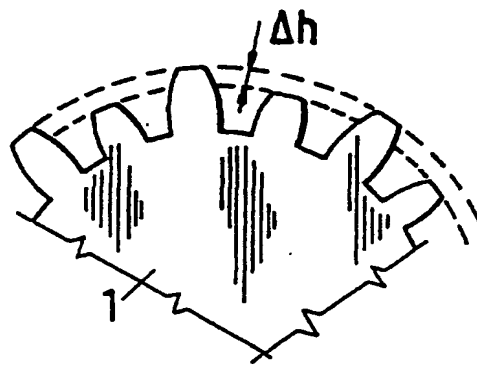


Fig.8



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Intern      cation No  
PCT/DE 02/02078**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7    B29C45/47

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7    B29C    B29B    F04C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, Y	DE 100 49 730 A (BERSTORFF GMBH) 18 April 2002 (2002-04-18) the whole document	1-23
Y	DE 10 03 948 B (HUELS CHEMISCHE WERKE AG) 7 March 1957 (1957-03-07) the whole document	1-23
A	DE 17 29 177 A (GEWERK SCHALKER EISENHUETTE; KRAUSS MAFFEI AG) 3 June 1971 (1971-06-03) page 2-6; figures 5-7	1-6
A	DE 29 06 324 A (BERSTORFF GMBH MASCH HERMANN) 21 August 1980 (1980-08-21) the whole document	1-23
	-/-	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\*&amp;\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

10 October 2002

Date of mailing of the international search report

21/10/2002

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5618 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Brunswick, A

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inten      pplication No  
PCT/DE 02/02078

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 216 255 A (BATTENFELD FISCHER BLASFORM) 1 April 1987 (1987-04-01) the whole document ----	1-23
A	US 3 310 837 A (LUDWIG WITTROCK) 28 March 1967 (1967-03-28) column 1-3; figures 1,2 ----	1-7
A	DE 12 15 913 B (GEWERK SCHALKER EISENHUETTE) 5 May 1966 (1966-05-05) column 1-3; figures 1-3 ----	1-7
A	US 1 073 048 A (HUMPHREYS) the whole document -----	1-23

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No  
PCT/DE 02/02078

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 10049730	A	18-04-2002	DE 10049730 A1 WO 0226471 A1	18-04-2002 04-04-2002
DE 1003948	B	07-03-1957	NONE	
DE 1729177	A	03-06-1971	DE 1729177 A1	03-06-1971
DE 2906324	A	21-08-1980	DE 2906324 A1 CA 1128272 A1 FR 2448973 A1 GB 2047607 A , B JP 55114544 A NL 8000281 A US 4289409 A	21-08-1980 27-07-1982 12-09-1980 03-12-1980 03-09-1980 21-08-1980 15-09-1981
EP 0216255	A	01-04-1987	DE 3532940 A1 EP 0216255 A2	26-03-1987 01-04-1987
US 3310837	A	28-03-1967	DE 1210170 B DE 1215913 B CH 404188 A FR 1340559 A GB 955942 A NL 286268 A	03-02-1966 05-05-1966 15-12-1965 18-10-1963 22-04-1964
DE 1215913	B	05-05-1966	CH 404188 A DE 1210170 B FR 1340559 A GB 955942 A NL 286268 A US 3310837 A	15-12-1965 03-02-1966 18-10-1963 22-04-1964 28-03-1967
US 1073048	A		NONE	

Intern	Aktenzeichen
PCT/DE	02/02078

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

Beachtlicher Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
------------	--	--------------------

1-23

—/—

**X** Siehe Anhang Patentfamilie

\* & Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

**Absendedatum des internationalen Recherchenberichts**

21/10/2002

Bevollmächtigter Bediensteter

Brunswick, A

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Int. Aktenzeichen  
PCT/DE 02/02078

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 0 216 255 A (BATTENFELD FISCHER BLASFORM) 1. April 1987 (1987-04-01) das ganze Dokument -----	1-23
A	US 3 310 837 A (LUDWIG WITTROCK) 28. März 1967 (1967-03-28) Spalte 1-3; Abbildungen 1,2 -----	1-7
A	DE 12 15 913 B (GEWERK SCHALKER EISENHUETTE) 5. Mai 1966 (1966-05-05) Spalte 1-3; Abbildungen 1-3 -----	1-7
A	US 1 073 048 A (HUMPHREYS) das ganze Dokument -----	1-23

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Intern. Kennzeichen  
PCT/DE 02/02078

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 10049730 A	18-04-2002	DE 10049730 A1 WO 0226471 A1	18-04-2002 04-04-2002
DE 1003948 B	07-03-1957	KEINE	
DE 1729177 A	03-06-1971	DE 1729177 A1	03-06-1971
DE 2906324 A	21-08-1980	DE 2906324 A1 CA 1128272 A1 FR 2448973 A1 GB 2047607 A ,B JP 55114544 A NL 8000281 A US 4289409 A	21-08-1980 27-07-1982 12-09-1980 03-12-1980 03-09-1980 21-08-1980 15-09-1981
EP 0216255 A	01-04-1987	DE 3532940 A1 EP 0216255 A2	26-03-1987 01-04-1987
US 3310837 A	28-03-1967	DE 1210170 B DE 1215913 B CH 404188 A FR 1340559 A GB 955942 A NL 286268 A	03-02-1966 05-05-1966 15-12-1965 18-10-1963 22-04-1964
DE 1215913 B	05-05-1966	CH 404188 A DE 1210170 B FR 1340559 A GB 955942 A NL 286268 A US 3310837 A	15-12-1965 03-02-1966 18-10-1963 22-04-1964 28-03-1967
US 1073048 A		KEINE	